

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ Сергій Блаженко
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Валентин Петренко
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

Холодильні техніка та технологія

на тему: Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 50 т/добу у м.Біла Церква, з варіативним розрахунком схеми холодильної установки, яка працює на різних холодоагентах.

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ХМ-2-9М

_____ Ляшенко Павло Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ Серьогін Олександр

(прізвище, ім'я)

_____ (підпис)

Консультант _____

(прізвище, ім'я)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(прізвище, ім'я)

_____ (підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

_____ (підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Петренко В.П.

“01” жовтня 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ляшенка Павла Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 50 т/добу у м.Біла Церква, з варіативним розрахунком схеми холодильної установки, яка працює на різних холодоагентах.

керівник роботи д.т.н., проф. Серьогін О.О.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 01.10.2024 року № 859-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 02.12.2024 року
3. Вихідні дані до роботи зберігання замороженого та охолодженого м'яса, варіативний розрахунок.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ 1.Техніко-економічне обґрунтування 2.Технологічна схема холодильної обробки продукції 3. Визначення будівельних площ камер холодильника 4. Розрахунок ізоляційних конструкцій 5. Розрахунок теплонадходжень 6. Розрахунок та підбір основного обладнання 7. Розрахунок та підбір допоміжного обладнання 8. Гідравлічний розрахунок 9. Автоматизація холодильного обладнання 10. Електропостачання 11.Розрахунок економічних показників 12. Охорона праці 13. Цивільний захист Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника 2. Чхема холодильної установки 3. План та розріз машинного відділення 4. Схема автоматизації 5. Електрична схема

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 01.10.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Отримання завдання на магістерську роботу	07.10-11.11.2024	
	Виконання розділів магістерської роботи	14.11.24-22.01.24	
	Оформлення ПЗ, презентація, консультація з розділів	23.01-05.02.2024	

Здобувач _____
(підпис)

Ляшенко П.Д. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Серьогін О.О. _____
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У дипломному проекті розроблено та спроектовано холодильник при м'ясокомбінаті в м. Біла Церква. Проект включає створення ефективної холодильної схеми, вибір оптимального холодильного обладнання та проектування будівлі. Головна мета – досягнення максимальної енергоефективності та зниження капітальних і експлуатаційних витрат при забезпеченні необхідного рівня охолодження й заморожування.

Розраховано холодоспоживання для охолодження, заморожування та зберігання м'ясної продукції, детально виконано розрахунки конденсатора, випарника, а також основного та допоміжного обладнання.

Проект включає такі розділи: "Розрахунок холодильника", "Охорона праці" та "Техніко-економічні показники". У роботі враховано сучасні досягнення у сфері об'ємно-планувальних і конструктивних рішень холодильних установок, а також у розробці схем охолодження.

Всі розрахунки, креслення та схеми виконані за допомогою програмного забезпечення, зокрема Microsoft Office 2016, Mathcad 16 та AutoCAD 2024.

Ключові слова: *холодильник, м'ясокомбінат, охолодження, заморожування, енергоефективність, конденсатор, випарник, обладнання, техніко-економічні показники, AutoCAD, Mathcad*

					<i>00.MP.000142.001.003.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ляшенко П.Д.</i>			<i>Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 50 т/добу у м.Біла Церква, з варіативним розрахунком схеми холодильної установки, яка працює на різних холодоагентах.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Серьогін О.О.</i>					4	98
<i>Реценз.</i>						НУХТ ХМ-2-8М		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						

ANNOTATION

This diploma project involves the design and development of a refrigeration system for a meat processing plant in Bila Tserkva. The project includes the creation of an efficient refrigeration scheme, selection of optimal refrigeration equipment, and building design. The primary goal is to achieve maximum energy efficiency and minimize capital and operational costs while ensuring the required cooling and freezing performance.

The project calculates the refrigeration demand for cooling, freezing, and storing meat products, and provides detailed calculations of the condenser, evaporator, as well as the main and auxiliary equipment.

The project includes the following sections: "Refrigeration System Design," "Occupational Safety," and "Technical and Economic Indicators." It incorporates modern advancements in spatial planning, structural solutions for refrigeration systems, and cooling schemes.

All calculations, drawings, and schematics were carried out using software such as Microsoft Office 2016, Mathcad 16, and AutoCAD 2024.

Key words: refrigeration system, meat processing plant, cooling, freezing, energy efficiency, condenser, evaporator, equipment, technical and economic indicators, AutoCAD, Mathcad

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ЗМІСТ

Вступ

1.	Техніко-економічне обґрунтування.....	8
2.	Технологічна схема холодильної обробки продукції.....	9
3.	Визначення будівельних площ камер холодильника	11
4.	Розрахунок ізоляційних конструкцій.....	16
5.	Розрахунок теплонадходжень.....	25
6.	Розрахунок та підбір основного обладнання.....	38
7.	Розрахунок та підбір допоміжного обладнання.....	62
8.	Гідравлічний розрахунок.....	69
9.	Автоматизація холодильного обладнання.....	73
10.	Електропостачання.....	77
11.	Розрахунок економічних показників.....	91
12.	Охорона праці.....	105
13.	Цивільний захист.....	110

Список використаних джерел

					00.MP.000142.007.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

М'ясо займає особливе місце в харчуванні людини і є основним джерелом повноцінних білків тваринного походження. Також м'ясо містить жири, ряд вітамінів та інші цінні речовини у сприятливому якісному і кількісному співвідношенні та легкозасвоюваній формі. Тушка у разі зберігання при кімнатній температурі швидко псується внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів, фізико-хімічних та біохімічних процесів (усихання тощо).

Консервування холодом – найбільш поширений засіб, що дозволяє забезпечити довгострокове зберігання тушок без значних змін зовнішнього вигляду, запаху, смаку і консистенції при відносно невеликих втратах поживних речовин. Обробка холодом обумовлює пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів, а також уповільнення хімічних і біохімічних процесів, що відбуваються в продуктах під дією власних ферментів, кисню повітря, тепла та світла.

Запропонований проект холодильника м'ясокомбінату в м.Біла Церква відповідає всім вимогам поставленого завдання. Застосовані режими холодильної обробки тушок відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Спроектована холодильна установка оптимально вирішує забезпечення холодильника холодом. Машинне відділення прибудоване до приміщення холодильника, що значно зменшує протяжність холодильних комунікацій.

Конструкція холодильника дозволяє одночасно заморожувати велику кількість тушок, яке можна тривалий час зберігати у відповідних камерах холодильника, або відвантажувати до холодильного транспорту з автомобільної платформи.

					00.MP.000142.007.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Метою цього проекту є будівництво холодильного комплексу для м'ясокомбінату в місті Біла Церква. Економічне обґрунтування проекту охоплює два ключові завдання:

- обґрунтування вибору оптимальної місткості холодильника та його розташування;
- розрахунок основних техніко-економічних показників.

Необхідність створення м'ясокомбінату в м. Біла Церква та прилеглих районах визначається обсягом споживання м'яса місцевим населенням. Цей показник залежить від чисельності населення та встановлених норм споживання м'яса.

Враховуючи нормативи споживання, прогнозовану кількість споживачів у регіоні, а також потенціал місцевих фермерських господарств, визначається обсяг м'яса, необхідний на планований період.

Ефективність капіталовкладень у проєктований холодильник оцінюється за допомогою техніко-економічних показників, розрахованих у відповідному економічному розділі проєкту.

					00.MP.000142.007.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ ПРОДУКЦІЇ

Технологічна схема холодильного оброблення продукції

М'ясо та субпродукти виконують функції як готової продукції, так і напівфабрикатів для виготовлення інших виробів. М'ясо – це частина туші м'ясної худоби, яка включає м'язи, кістки та зв'язки. Субпродукти – це продукти та напівфабрикати, що утворюються під час обробки туші, окрім м'яса. Їх поділяють на дві категорії: до першої відносяться серце, печінка, діафрагма з селезінкою, язик, нирки, а до другої – голова, легені, шлунок, вим'я, хвіст, кишки, кров, шкіра, роги, копита тощо.

Підготовка туш до холодильного зберігання

На забійній дільниці м'ясну худобу оглушують електричним струмом, підвішують на гак та знекровлюють. Кров збирають для подальшої переробки. Потім з туші знімають шкіру, відокремлюють голову та вилучають внутрішні органи. Тушу розділяють на напівтуші або четвертини, які після промивання та санітарного контролю відправляють на охолодження або заморожування для подальшого зберігання чи реалізації.

Для отримання жилованого м'яса та субпродуктів туші розбирають, виконують обвалювання (відокремлення м'яса від кісток) та жилювання (видалення сухожиль, хрящів, жиру тощо). М'ясо та субпродукти поділяють за категоріями, після чого вони надходять на переробку або холодильне зберігання.

Охолодження

М'ясо зазвичай охолоджують повітряним методом, іноді використовуючи сучасні технології, такі як гідроаерозольне охолодження, вакуумне охолодження, охолодження в середовищі вуглекислого газу або парю кріогенних рідин. Охолодження виконується в спеціальних камерах або тунелях з підвісними коліями. Під час процесу підтримується вологість 85–92 %, щоб мінімізувати втрати маси.

Заморожування

М'ясо заморожують у вигляді напівтуш, четвертин, блоків або дрібної фасовки.

									Лист
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ				

Для цього використовують морозильні камери та тунельні апарати. Заморожування може проводитися одно- або двофазним методом. Температура процесу зазвичай становить $-30...-40$ °С, а швидкість руху повітря – 2–5 м/с.

Сучасні методи заморожування включають використання рідкого азоту чи діоксиду вуглецю, що дозволяє зменшити втрати маси і зберегти якість продукції.

Зберігання

Охолоджене м'ясо зберігають при температурі $0...-1$ °С і вологості 85–90 %. Заморожене м'ясо зберігають при температурі -18 °С і відносній вологості 95–100 %. Тривалість зберігання залежить від виду м'яса і умов зберігання. Для подовження термінів зберігання застосовують вакуумну упаковку, газові середовища або спеціальні плівкотвірні речовини.

Субпродукти

Субпродукти сортують за видами та зберігають у металевих або пластикових контейнерах, які відповідають санітарним нормам.

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

3 ВИЗНАЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПЛОЩ КАМЕР ХОЛОДИЛЬНИКА

1.1 Місткість камери зберігання визначається за формулою

$$B_k = M_{\text{доб}} \cdot \tau, m$$

де $M_{\text{доб}}$ - добове надходження вантажів в камери зберігання, $\frac{m}{\text{доб}}$;

τ - тривалість зберігання, діб; приймається по ([2] с. 18-19).

1.2 Будівельна площа камери зберігання без підвісних шляхів визначається за формулою 7.2 ([2] с. 38)

$$F_{\text{буд,к,зб}} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_v \cdot \beta_F}, m^2$$

де q_v - норма навантаження на $1 m^3$ вантажного об'єму камери, $\frac{m}{m^3}$;

приймається по додатку 11 ([2] с. 218) та по таблиці 8 ([6] с.19);

h_v - вантажна висота штабеля, м; приймається по додатку 11 ([2] с. 39);

β_F - коефіцієнт використання будівельної площі камери, приймається по додатку 11 ([2] с. 39).

1.3 Будівельна площа камери термообробки визначається за формулою 7.5 ([2] с.39)

$$F_{\text{буд,к,т.о}} = \frac{M_{\text{доб}} \cdot \tau}{q_F \cdot 24}, m^2$$

де $M_{\text{доб}}$ - добове надходження вантажу в камеру термообробки, $\frac{m}{\text{доб}}$;

τ - тривалість циклу холодильної, год; приймається по ([2] с. 18-19);

q_F - норма навантаження на $1 m^2$ будівельної площі камери, $\frac{m}{m^2}$; приймається в

залежності від способу розміщення вантажу при холодильній обробці по ([2] с.39).

1.4 Будівельна площа камери зберігання охолодженого м'яса на підвісних шляхах визначається за формулою 7.4 ([2] с.39)

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{буд.к.зб}} = \frac{1,2 \cdot B_{\text{к}}}{0,25}, \text{ м}^2$$

де 1,2 - коефіцієнт перерахунку від навантаження на підвісні шляхи до навантаження на 1м² будівельної площі, $\frac{\text{м}^2}{\text{м}}$;

0,25 - навантаження на 1м підвісного шляху, $\frac{\text{т}}{\text{м}}$;

24 - перевідний коефіцієнт з годин в доби;

q_{F} - норма навантаження на 1м² будівельної площі камери, $\frac{\text{т}}{\text{м}^2}$; приймається в залежності від способу розміщення вантажу при холодильній обробці по ([2] с39).

1.5 Приймається сітка колон: 6м × 12м.

1.6 Площа одного будівельного прямокутника становить $f=6 \times 12=72\text{м}^2$.

1.7 Розрахункова кількість будівельних прямокутників визначається за формулою 7.6 ([2] с. 40)

$$n_p = \frac{F_{\text{буд.}}}{f}, \text{ шт}$$

1.8 Приймається дійсна кількість будівельних прямокутників: $n_{\text{д}}$.

1.9 Дійсна будівельна площа камери визначається за формулою

$$F_{\text{буд.д.}} = f \cdot n_{\text{д}}, \text{ м}^2$$

1.10 Дійсна місткість камери визначається за формулою

$$B_{\text{к,д}} = B_{\text{к}} \cdot \frac{n_{\text{д}}}{n_p}, \text{ т}$$

1.11 Дійсна будівельна площа камер холодильника визначається за формулою

$$F_{\text{буд.д.хол.}} = \sum F_{\text{буд.д.к.зб.}} + \sum F_{\text{буд.д.к.т.о.}}, \text{ м}^2$$

де $\sum F_{\text{буд.д.к.зб.}}$ - сума дійсних будівельних площ камер зберігання вантажів, м²;

$\sum F_{\text{буд.д.к.т.о.}}$ - сума дійсних будівельних площ камер термообробки вантажів, м².

1.12 Будівельна площа експедиції визначається за формулою 2.10 ([1] с. 28)

										Лист
										12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ					

$$F_{\text{буд.м.в.}} = (0,1 \div 0,15) \cdot F_{\text{буд.д.хол.}} , \text{м}^2$$

де 0,35 - норма навантаження на 1 м² будівельної площі камери, $\frac{т}{\text{м}^2}$;

$\Sigma M_{\text{доб.}}$ - добове надходження вантажів в камери зберігання, $\frac{т}{\text{доб}}$.

1.13 Будівельна площа допоміжних приміщень визначається за формулою ([3] с. 188)

$$F_{\text{заг.хол.}} = F_{\text{буд.д.хол.}} + F_{\text{буд.експ.}} + F_{\text{буд.доп.}} + F_{\text{буд.сл.пр.}} + F_{\text{буд.м.в.}} , \text{м}^2$$

1.14 Будівельна площа службових приміщень визначається за формулою ([3] с. 188)

$$F_{\text{буд.сл.пр.}} = (0,05 \div 0,1) \cdot F_{\text{буд.д.хол.}} , \text{м}^2$$

1.15 Будівельна площа машинного відділення визначається за формулою ([3] с. 188)

$$F_{\text{буд.м.в.}} = (0,1 \div 0,15) \cdot F_{\text{буд.д.хол.}} , \text{м}^2$$

1.16 Загальна дійсна будівельна площа холодильника визначається за формулою

$$F_{\text{заг.хол.}} = F_{\text{буд.д.хол.}} + F_{\text{буд.експ.}} + F_{\text{буд.доп.}} + F_{\text{буд.сл.пр.}} + F_{\text{буд.м.в.}} , \text{м}^2$$

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 3.1 Таблиця розрахунку місткості камер холодильника

Назва камери	$V_k; T$	$M_{добр.};$	$\tau; д\ddot{н}б$	$\tau; год$	$q_v; \frac{т}{M^3}$	$h_b; м$	β_F	q_f	$F_{булд.}; M^2$	$f; M^2$	$n_p; шт.$	$n_d; шт.$	$F_{булд.}; M^2$	$V_{к.д.}; T$
КТО м'яса замор.		20		27				0,15	150	72	2,1	3	216	
КТО м'яса охол.		20		16				0,15	89	72	1,2	2	144	
КТО с/п		10		24				0,30	33	72	0,45	1	72	
КЗМ м'яса	400	20	20		0,35	3,80	0,80		376	72	5,2	6	432	462
КЗМ с/п	120	6	20		0,60	3,00	0,75		89	72	1,2	2	144	200
КЗО м'яса	60	20	3						288	72	4	4	288	60
КЗО жиру	40	4	10		0,90	3,00	0,70		21	72	0,3	1	72	133
Будівельна площа камер										72		19	1368	
Експедиція		50							71	72	0,98	1	72	
Допоміжні приміщення									410	72	5,7	6	432	
Службове приміщення									137	72	1,9	2	144	
Машинне відділення									274	72	3,8	4	288	
Площа всього холодильника												32	2304	

Монолітна бетонна плита товщиною 40–50 мм зі зміцненим верхнім шаром (топінгом) і знепилюючим просоченням.

Теплоізоляція: плити SturodurC («BASE»).

Захист від промерзання: бетонна підготовка з електронагрівачами («Devi», Данія).

Дверні блоки:

Відкочувальні двері товщиною 120 мм для камер зберігання морожених вантажів і 80 мм для охолоджених вантажів та експедиції.

Металева обшивка дверей виконує функцію пароізоляції.

Низькотемпературні двері обладнані електрообігрівом (ТЕНами) та клапанами вирівнювання тиску.

Проект відповідає сучасним вимогам щодо функціональності, безпеки та енергоефективності холодильних комплексів.

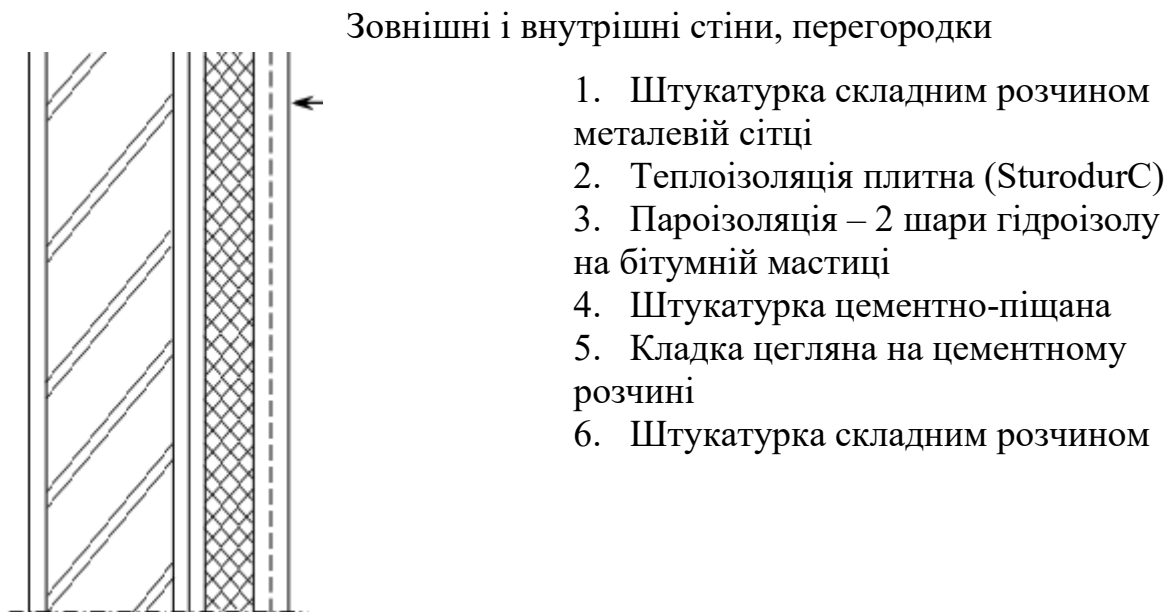
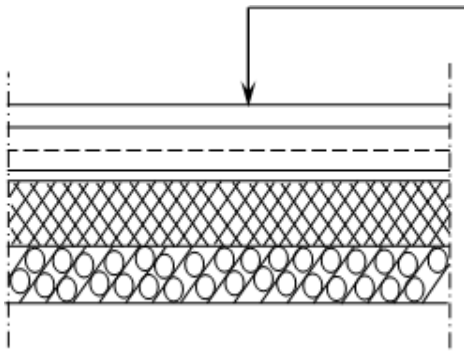


Рисунок 4.1

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

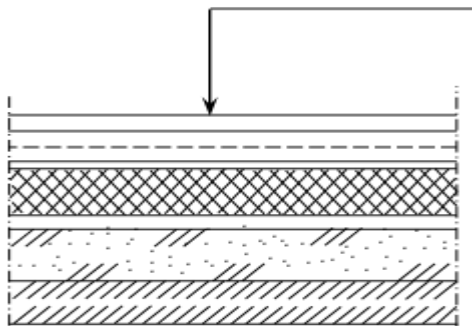
Покриття



1. 5 шарів гідроізолау на бітумній мастиці
2. Стяжка з бетону по металевій сітці
3. Пароізоляція (шар пергаміну)
4. Плитна теплоізоляція (SturodurC)
5. Залізобетонна плита покриття

Рисунок 4.2

Підлога



електронагрівачами

Рисунок 4.3

1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону
2. Армобетонна стяжка
3. Пароізоляція (1 шар пергаміна)
4. Плитна теплоізоляція (SturodurC)
5. Цементно-піщаний розчин
6. Ущільнюючий пісок
7. Бетонна підготовка з

4.1 Розрахункова товщина ізоляційного шару огороження визначається за формулою 2.11([1] с. 53)

$$\delta_{із.р.} = \lambda_{із.} \cdot \left[\frac{1}{K_0} - \left(\frac{1}{\alpha_{зН}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вН}} \right) \right], м$$

де $\lambda_{із.}$, λ_i - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного і будівельних матеріалів, які складають конструкцію огороження, $\frac{Вт}{м \cdot К}$; приймаються по

таблиці 8.5 ([2]с.51-52);

K_0 - потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження, $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$;

приймається по таблицях 8.2, 8.3 і 8.4 ([2] с. 48-49);

										Лист
										18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ					

$\alpha_{\text{зн}}$ - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої, або більш теплої сторони огороження, $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$; приймається по таблиці 8.1 ([2] с.47);

$\alpha_{\text{вн}}$ - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої, або більш холодної сторони огороження, $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$; приймається по таблиці 8.1 ([2] с.47);

δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження, м.

Приймається дійсна товщина ізоляційного шару: $\delta_{\text{із.д.}}$.

4.2 Дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження визначається за формулою 2.12 ([1] с. 54)

$$K_0^{\text{д}} = \frac{l}{\left(\frac{l}{\alpha_{\text{зн}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{l}{\alpha_{\text{вн}}} \right) + \frac{\delta_{\text{із.д.}}}{\lambda_{\text{із}}}}, \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Всі розрахунки заносяться в таблицю 4.1, значення дійсних коефіцієнтів теплопередачі огорожень камер холодильника вказується на рисунку 4.1

Таблиця 4.1 Зведена таблиця розрахунку ізоляції

Найменування огороження	$T_{кем}$; °C	$K_{об}$; $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	$\alpha_{зн}$; $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	$\alpha_{вн}$; $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	$\frac{\delta_1}{\lambda_1}$; $\frac{м \cdot К}{Вт}$	$\frac{\delta_2}{\lambda_2}$; $\frac{м \cdot К}{Вт}$	$\frac{\delta_3}{\lambda_3}$; $\frac{м \cdot К}{Вт}$	$\frac{\delta_4}{\lambda_4}$; $\frac{м \cdot К}{Вт}$	$\frac{\delta_5}{\lambda_5}$; $\frac{м \cdot К}{Вт}$	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$; $\frac{м \cdot К}{Вт}$	$\lambda_{із}$; $\frac{Вт}{м \cdot К}$	$\delta_{із,р}$; м	$\delta_{із,д}$; м	K_0^0 ; $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$
ЗС ХК	-30	0,20	23	11	0,02	0,004	0,02	0,38	0,02	0,64	0,031	0,131	0,14	0,19
					0,98	0,3	0,93	0,67	0,93					
ЗС ХК	-20	0,23	23	9	0,02	0,004	0,02	0,38	0,02	0,64	0,031	0,110	0,12	0,21
					0,98	0,3	0,93	0,67	0,93					
ЗС ТК	-3	0,37	23	11	0,02	0,004	0,02	0,38	0,02	0,64	0,031	0,060	0,06	0,37
					0,98	0,3	0,93	0,67	0,93					

3С ТК	12	0,64	23	8	0,02	0,004	0,02	0,38	0,02	0,64	0,031	0,023	0,03	0,56
							0,98	0,67	0,93					
BC ХК	-30	0,27	8	11	0,02	0,004	0,02	0,25	0,02	0,45	0,031	0,094	0,1	0,26
							0,98	0,67	0,93					
BC ХК	-20	0,28	8	9	0,02	0,004	0,02	0,25	0,02	0,45	0,031	0,089	0,09	0,28
							0,98	0,67	0,93					
BC ХК	-3	0,43	8	11	0,02	0,004	0,02	0,25	0,02	0,57	0,031	0,048	0,05	0,42
							0,98	0,67	0,93					
BC ТК	12	0,64	8	8	0,02	0,004	0,02	0,25	0,02	0,45	0,031	0,027	0,03	0,60
							0,98	0,67	0,93					

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.МР.000142.001.003.ПЗ

Лист

21

Продовження таблиці 4.1 Зведена таблиця розрахунку ізоляції

Покрит. ХК	-30	0,19	23	11	0,012	0,04	0,001		0,035	0,09	0,031	0,156	0,16	0,19
					0,3	1,86	0,15		2,04					
Покрит. ХК	-20	0,22	23	9	0,012	0,04	0,001		0,035	0,09	0,031	0,133	0,14	0,21
					0,3	1,86	0,15		2,04					
Покрит. ХК	-3	0,34	23	11	0,012	0,04	0,001		0,035	0,09	0,031	0,084	0,09	0,32
					0,3	1,86	0,15		2,04					
Покрит. ТК	12	0,52	23	8	0,012	0,04	0,001		0,035	0,09	0,031	0,052	0,06	0,46
					0,3	1,86	0,15		2,04					
Підлого ХК	-30	0,21		11	0,04	0,08	0,001	0,025	1,35	2,44	0,031	0,069	0,07	0,21
					1,86	1,86	0,15	0,68	0,58					
Підлога ХК	-20	0,21		9	0,04	0,08	0,001	0,025	1,35	2,44	0,031	0,069	0,07	0,21
					1,86	1,86	0,15	0,68	0,58					
Підлога ХК	-3	0,41		11	0,04	0,08	0,001	0,025	1,35	2,44	0,031			0,40
					1,86	1,86	0,15	0,68	0,58					

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Лист

22

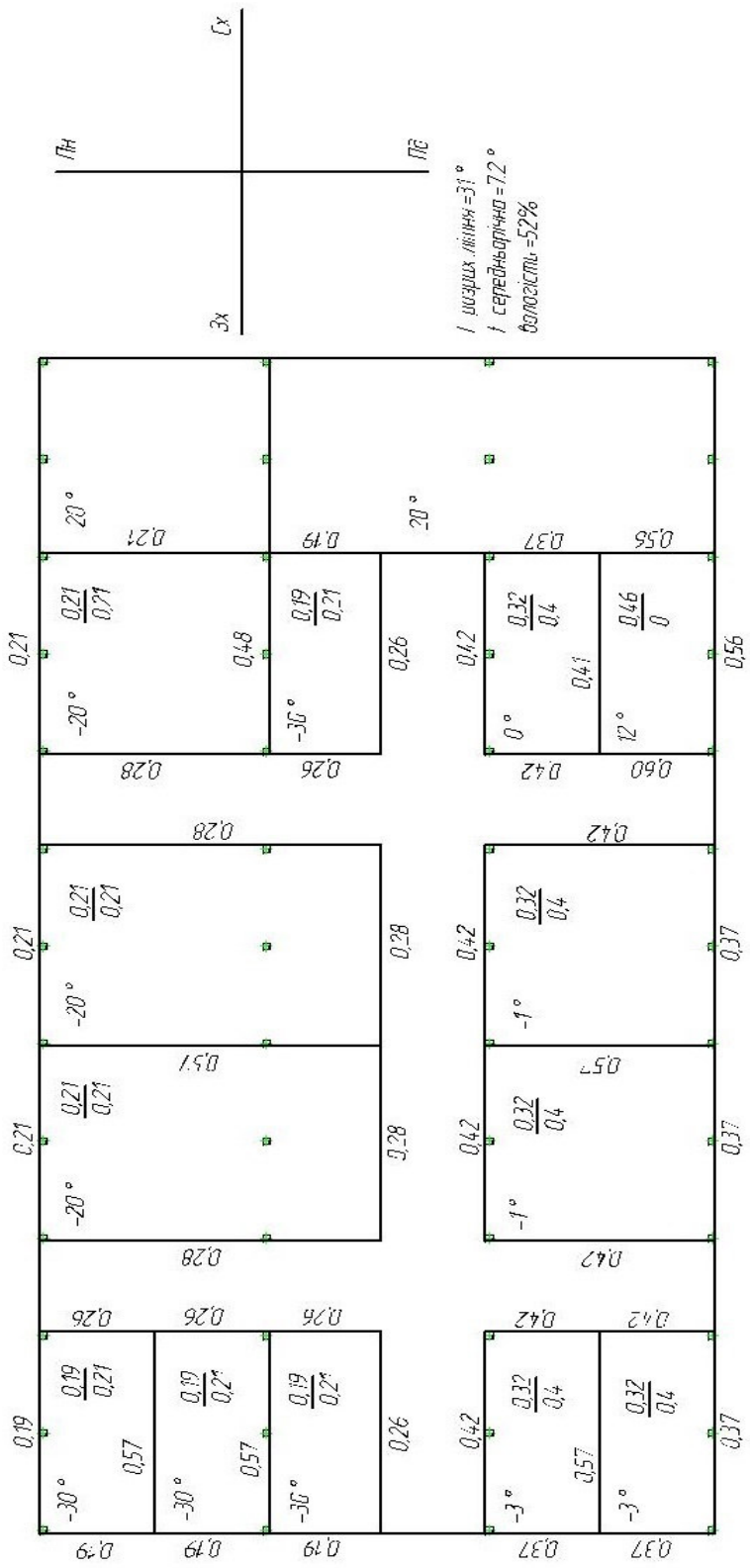
Підлога ТК	12	0		8	0,04	0,08	0,001	0,025	1,35	2,44	0,031	0,079	0,08	0,00
					1,86	1,86	0,15	0,68	0,58					
Перег. -20/-20		0,58	9	9	0,02	0,004	0,02	0,12	0,02	0,26	0,031	0,039	0,04	0,57
					0,98	0,3	0,93	0,67	0,93					
Перег. -30/-20		0,50	9	11	0,02	0,004	0,02	0,12	0,02	0,26	0,031	0,048	0,05	0,48
					0,98	0,3	0,93	0,67	0,93					
Перег. -0/12		0,43	8	9	0,02	0,004	0,02	0,12	0,02	0,26	0,031	0,057	0,06	0,41
					0,98	0,3	0,93	0,67	0,93					

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Лист

23



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.MP.00014.2.001.003.ПЗ

5 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОАДХОДЖЕНЬ

Навантаження на камерне обладнання визначається як сума всіх теплонадходжень у камеру згідно з формулою 9.1 ([2], с. 55):

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = Q_{\text{обл}}, \text{ Вт}$$

Теплонадходження через огорожуючі конструкції Q_1 визначається за формулою 9.2 ([2] с. 56)

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C}, \text{ Вт}$$

де Q_{1T} - теплонадходження через стіни, перегородки, покриття і підлогу, Вт;

Q_{1C} - теплонадходження від сонячної радіації, Вт.

Теплонадходження через стіни, перегородки, покриття і підлогу визначається за формулою 9.3 ([2] с. 56)

$$Q_{1T} = K_0^d \cdot F \cdot (t_{\text{зн}} - t_{\text{вн}}), \text{ Вт}$$

де K_0^d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

приймається по таблиці 4.1 розділу 4;

F - розрахункова площа поверхні огороження, м^2 ;

$t_{\text{зн}}$ і $t_{\text{вн}}$ - розрахункові температури зовнішнього повітря і повітря в камері, $^{\circ}\text{C}$.

При розрахунку теплонадходжень через внутрішні огороження, які виходять в неохолоджувані приміщення (коридори, вестибулі, тамбури), різниця температур приймається як частина розрахункової різниці температур для зовнішніх стін: $0,7 \times (t_{\text{зн}} - t_{\text{вн}})$, якщо ці приміщення сполучаються з зовнішнім повітрям, і $0,6 \times (t_{\text{зн}} - t_{\text{вн}})$, якщо не сполучаються.

										Лист
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ					

Теплонадходження від сонячної радіації визначається за формулою 9.7 ([2] с. 57)

$$Q_{IC} = K_0^{\circ} \cdot F \cdot \Delta t_c, \text{ Вт}$$

де Δt_c - надлишкова різниця температур, яка характеризує дію сонячної радіації в літній час, $^{\circ}\text{C}$; приймається по таблиці 9.1([2] с. 58).

Таблиця 5.1 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q_1

Назва камери	Найменування огороження	K_0 $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	Розміри, м			$F, \text{ м}^2$	$t_{\text{зн.}}^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{вн.}}^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{зн.}} - t_{\text{вн.}}^{\circ}\text{C}$	$\Delta t_c^{\circ}\text{C}$	$Q_{1\text{т.}}, \text{ Вт}$	$Q_{1\text{с}}, \text{ Вт}$	$Q_{1\text{л.}}, \text{ Вт}$
			L	B	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
КТО м'яса №1 (№2, №3)	ЗС - Пн	0,19	12		6	72	31	-30	61	0	834	0	834
	ВС - Сх	0,26	6		6	36	43		402	402			
	П - Пд	0,57	12		6	72	-30		0	0	0		
	ЗС - Зх	0,19	6		6	36	31		61	417	417		
	Покриття	0,19	12	6		72	31		61	14,9	834	204	1038
	Підлога	0,21	12	6		72	1		31	469	469		
												3160	
КТО м'яса охол. №1	ВС - Пн	0,42	12		6	72		-3	24		726		726
	ВС - Сх	0,42	6		6	36	24		363	363			
	П - Пд	0,57	12		6	72	-3		0	0	0		
	ЗС - Зх	0,37	6		6	36	31		34	453	453		
	Покриття	0,32	12	6		72	31		34	14,9	783	343	1127
	Підлога	0,4	12	6		72	1		4	115	115		
												2784	
КТО м'яса охол. №2	П - Пн	0,57	12		6	72	-3	-3	0		0		0
	ВС - Сх	0,42	6		6	36	24		363	363			
	ЗС - Пд	0,37	12		6	72	31		34	4,9	906	130	518
	ЗС - Зх	0,37	6		6	36	31		34	453	453		
	Покриття	0,32	12	6		72	31		34	14,9	783	343	1127
	Підлога	0,4	12	6		72	1		4	115	115		
												2576	

Продовження таблиці 5.1 Зведена таблиця розрахунку тепло надходжень Q₁

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
КЗМ м'яса №1	ЗС - Пн	0,21	12		6	72	31	-20	51	0	771	0	771
	П - Сх	0,57	18		6	108	-20		0		0		0
	ВС - Пд	0,28	12		6	72			31		623		623
	ВС - Зх	0,28	18		6	108			36		1089		1089
	Покриття	0,21	12	18		216	31		51	14,9	2313	676	2989
	Підлога	0,21	12	18		216	1		21		953		953
													6425
КЗМ м'яса №2	ЗС - Пн	0,21	12		6	72	31	-20	51	0	771	0	771
	ВС - Сх	0,28	18		6	108			36		1089		1089
	ВС - Пд	0,28	12		6	72			31		623		623
	П - Зх	0,57	18		6	108	-20		0		0		0
	Покриття	0,21	12	18		216	31		51	14,9	2313	676	2989
	Підлога	0,21	12	18		216	1		21		953		953
													6425
КЗО м'яса №1	ВС - Пн	0,42	12		6	72		-1	19		575		575
	П - Сх	0,57	12		6	72	-1		0		0		0
	ЗС - Пд	0,37	12		6	72	31		32	4,9	852	131	983
	ВС - Зх	0,42	12		6	72			22		665		665
	Покриття	0,32	12	12		144	31		32	14,9	1475	687	2162
	Підлога	0,4	12	12		144	1		2		115		115
													4500
КЗО м'яса №2	ВС - Пн	0,42	12		6	72		-1	19		575		575
	ВС - Сх	0,42	12		6	72			22		665		665
	ЗС - Пд	0,37	12		6	72	31		32	4,9	852	131	1116
	П - Зх	0,57	12		6	72	-1		0		0		0
	Покриття	0,32	12	12		144	31		32	14,9	1475	687	2162
	Підлога	0,4	12	12		144	1		2		115		115
													4500
КЗМ с/п	ЗС - Пн	0,21	12		6	72	31	-20	51	0	771	0	771
	ЗС - Сх	0,21	12		6	72	20		41		620		620
	П - Пд	0,48	12		6	72	-30		-10		-346		-346
	ВС - Зх	0,28	12		6	72			37		746		746
	Покриття	0,21	12	12		144	31		51	14,9	1542	451	1993
	Підлога	0,21	12	12		144	1		21		635		635
													4765

Продовження таблиці 5.1 Зведена таблиця розрахунку тепло надходжень Q₁

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
КТО с/л	П - Пн	0,48	12		6	72	-20	-30	10		346		346
	ЗС - Сх	0,19	6		6	36	20		50		342		342
	ВС - Пд	0,26	12		6	72			37		693		693
	ВС - Зх	0,26	6		6	36			37		346		346
	Покриття	0,19	12	6		72	31		51	14,9	698	204	902
	Підлога	0,21	12	6		72	1		21		318		318
													2947
КЗО жиу	ВС - Пн	0,42	12		6	72		0	18	0	544	0	544
	ЗС - Сх	0,37	6		6	36	20		20		266		266
	П - Пд	0,41	12		6	72	12		12		354		354
	ВС - Зх	0,42	6		6	36			13		197		197
	Покриття	0,32	12	6		72	31		31	14,9	714	343	1057
	Підлога	0,4	12	6		72	1		1		29		29
													2447
Експедиція	П - Пн	0,41	12		6	72	0	12	-12		-354		-354
	ЗС - Сх	0,56	6		6	36	20		8		161		161
	ЗС - Пд	0,56	12		6	72	31		19	4,9	766	198	964
	ВС - Зх	0,60	6		6	36			19		410		410
	Покриття	0,46	12	6		72	31		19	14,9	629	493	1122
	Підлога	0	12	6		72	1		-11		0		0
													2657

Теплонадходження від вантажів при холодильній обробці визначається за формулою ([2] с. 58)

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2т}, \text{ Вт}$$

де $Q_{2пр}$ - теплонадходження від продуктів при холодильній обробці, Вт;

$Q_{2т}$ - теплонадходження від тари, Вт.

Теплонадходження від продуктів при холодильній обробці визначається за формулою 9.8 ([2] с. 58)

$$Q_{2пр} = M_{пр} \cdot \Delta i \cdot \frac{1000 \cdot 1000}{24 \cdot 3600}, \text{ Вт}$$

де $M_{пр}$ - добове надходження продукту в камеру, $\frac{т}{доб}$; приймається по

таблиці 2.1 розділу 2;

Δi - різниця питомих ентальпій продукту, які відповідають початковій і кінцевій температурам продукту, $\frac{kJ}{kg}$; приймаються по додатку 10

([2] с. 217-218).

Теплонадходження від тари визначається за формулою 9.11 ([2] с.59)

$$Q_{2m} = M_m \cdot C_m \cdot (t_1 - t_2) \cdot \frac{1000 \cdot 1000}{24 \cdot 3600}, \text{Вт}$$

де M_T - добове надходження тари, $\frac{m}{\text{доб}}$; приймається по ([2] с. 59);

C_T - питома теплоємність тари, $\frac{kJ}{kg}$; приймається по ([2] с. 59);

t_1 і t_2 - початкова і кінцева температури тари, $^{\circ}\text{C}$; приймаються рівними початковій і кінцевій температурам продукту.

Всі розрахунки заносяться в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q₂.

Назва камери	M _{пр} , т/доб	M _т , т/доб	t ₁ , °C	t ₂ , °C	Δt, °C	i ₁ , кДж/кг	i ₂ , кДж/кг	Δ i, кДж/кг	C _г , кДж/кг*К	$\frac{1000*1000}{24*3600}$	Q _{2пр} , Вт	Q _{2г} , Вт	Q ₂ , Вт
КТО м'яса №1	6,6		39	-8	47	361	39,4	321,6		11,57	24558		24558
КТО м'яса №2	6,6		39	-8	47	361	39,4	321,6		11,57	24558		24558
КТО м'яса №3	6,6		39	-8	47	361	39,4	321,6		11,57	24558		24558
КТО м'яса охол. №1	10		39	4	35	361	246	115		11,57	13305		13305
КТО м'яса охол. №2	10		39	4	35	361	246	115		11,57	13305		13305
КТО с/п	10	0,7	39	-8	47	401	43,1	357,9	2,3	11,57	41409	875	42284
КЗМ м'яса №1	10		-8	-20	12	39,4	0	39,4		11,57	4558		4558

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Лист

30

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Продовження таблиці 5.2 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q₂.

КЗМ м'яса №2	10		-8	-20	12	39,4	0	39,4		11,57	4558		4558
КЗМ с/п	6	0,7	-8	-20	12	43,1	0	43,1	2,3	11,57	2992	224	3216
КЗО м'яса №1	10		4	0	4	246	232	14		11,57	1620		1620
КЗО м'яса №2	10		4	0	4	246	232	14		11,57	1620		1620
КЗО жиру	4	0,4	40	10	30	332	242	90	0,5	11,57	4165	69	4234

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Лист

31

Теплонадходження при вентиляції визначається за формулою

([3] с. 251)

$$Q_3 = \frac{V_k \cdot a \cdot \rho_n \cdot (i_{zn} - i_{вн})}{86,4} , \text{Вт}$$

де V_k - об'єм камери, м^3 ;

a - кратність повітрообміну; приймається по ([2] с. 60);

ρ_n - щільність повітря при температурі і відносній вологості в камері, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

приймається по додатку 8([4] с. 602);

i_{zn} , $i_{вн}$ - питомі ентальпії зовнішнього повітря і повітря в камері, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

знаходяться по $i-d$ - діаграмі для вологого повітря.

Всі розрахунки заносяться в таблицю 5.3

Таблиця 5.3 Зведена таблиця розрахунку тепло надходжень Q_3

Назва камери	V_k	a	ρ_n	t_{zn}	$t_{вн}$	φ_{zn}	$\varphi_{вн}$	i_{zn}	$i_{вн}$	Δi	Q_3
Експедиція	1296	3	1,2	31	12	48	70	67	28	39	2106

Експлуатаційні теплонадходження визначаються за формулою 9.18 ([2] с.61)

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 , \text{Вт}$$

де q_1 - теплонадходження від освітлення, Вт;

q_2 - теплонадходження від перебування людей в камері, Вт;

q_3 - теплонадходження від працюючих електродвигунів, Вт;

q_4 - теплонадходження при відкриванні дверей, Вт.

4.4.1 Теплонадходження від освітлення визначається за формулою 9.13 ([2] с. 60)

$$q_1 = A \cdot F , \text{Вт}$$

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

де A - теплота, що виділяється джерелом освітлення в одиницю часу на 1 м^2 площі підлоги, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$; приймається по ([2] с. 60);

F - площа камери, м^2 ; приймається по таблиці 2.1 розділу 2.

4.4.2 Теплонадходження від перебування людей в камері визначається за формулою 9.14 ([2] с. 60)

$$q_2 = 350 \cdot n, \text{ Вт}$$

де 350 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній праці, Вт;

n - кількість людей, працюючих в даному приміщенні, чол.; приймається в залежності від площі камери по ([2] с. 60).

4.4.3 Теплонадходження від працюючих електродвигунів визначається за формулою 9.15 ([2] с. 60)

$$q_3 = N_{\text{дв.}} \cdot 1000, \text{ Вт}$$

де $N_{\text{дв.}}$ - сумарна потужність електродвигунів, кВт; приймається

по ([2] с. 60);

1000 - перевідний коефіцієнт з кВт у Вт.

4.4.4 Теплонадходження при відкриванні дверей визначається за формулою 9.17 ([2] с. 61)

$$q_4 = K \cdot F, \text{ Вт}$$

де K - питомий прилив теплоти при відкриванні дверей, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$; приймається

по таблиці 9.2 ([2] с. 61).

Всі розрахунки заносяться в таблицю 5.4

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 5.4 Зведена таблиця розрахунку теплонаходжень Q₄

Назва камери	F, м ²	A, Вт/м ²	q ₁ , Вт	n	q ₂ , Вт	N _{дв.} , кВт	q ₃ , Вт	K, Вт/м ²	q ₄ , Вт	Q ₄ , Вт
КТО м'яса №1	72	4,7	338	2	700	12	12000	15	1080	14118
КТО м'яса №2	72	4,7	338	2	700	12	12000	15	1080	14118
КТО м'яса №3	72	4,7	338	2	700	12	12000	15	1080	14118
КТО м'яса охол. №1	72	4,7	338	2	700	8	8000	12	864	9902
КТО м'яса охол. №2	72	4,7	338	2	700	8	8000	12	864	9902
КТО с/п	72	4,7	338	2	700	10	10000	15	1080	12118
КЗМ м'яса №1	216	2,3	497	4	1400	4	4000	8	1728	7625
КЗМ м'яса №2	216	2,3	497	4	1400	4	4000	8	1728	7625
КЗМ с/п	144	2,3	331	3	1050	2	2000	12	1728	5109
КЗО м'яса №1	144	2,3	331	3	1050	3	3000	12	1728	6109
КЗО м'яса №2	144	2,3	331	3	1050	3	3000	12	1728	6109
КЗО жиру	72	2,3	166	2	700	2	2000	15	1080	3946
Експедиція	72	4,7	338	2	700			20	1440	2478

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Лист

34

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Навантаження на компресори

Виробничі холодильники м'ясної промисловості

$Q_{1км}$	85-90% від $Q_{1об}$
$Q_{2км}$	для камер термообробки - 100%
$Q_{2км}$	приймати в камерах зберігання охолоджених і мrożених вантажів - 100%
$Q_{3км}$	100%
$Q_{4км}$	50-75%

В приміщеннях з $t = +12\text{ }^{\circ}\text{C}$ приймати $Q_{1км}$ -30% від $Q_{1об}$.

					<i>00.MP.000142.001.003.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

Таблиця 5.5 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q.

Назва камери	t _{кам}	Q1		Q2		Q3		Q4		ΣQ	
		кам. обл.	КМ	кам. обл.	КМ	кам. обл.	КМ	кам. обл.	КМ	кам. обл.	КМ
КТО м'яса охол. №1	-3	2784	2505	13305	11975			9902	5941	25991	20421
КТО м'яса охол. №2	-3	2576	2318	13305	11975			9902	5941	25783	20234
КЗО м'яса №1	-1	4500	4050	1620	1620			6109	3665	12229	9335
КЗО м'яса №2	-1	4500	4050	1620	1620			6109	3665	12229	9335
КЗО жиру	0	2447	2202	4234	4234			3946	2368	10627	8804
Експедиція	12	2657	797			2106	2106	2478	1487	7241	4390
Всього											72519
КЗМ м'яса №1	-20	6425	5782	4558	4558			7625	4575	18608	14915
КЗМ м'яса №2	-20	6425	5782	4558	4558			7625	4575	18608	14915

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Лист

36

Продовження таблиці 5.5 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q.

КЗМ с/п	-20	4765	4288	3216	3216			5109	3065	13090	10569
Всього											40399
КТО м'яса №1	-30	3160	2844	24558	31925			14118	8471	41836	43240
КТО м'яса №2	-30	3160	2844	24558	31925			14118	8471	41836	43240
КТО м'яса №3	-30	3160	2844	24558	31925			14118	8471	41836	43240
КТО с/п	-30	2947	2652	42284	54969			12118	7271	57349	64892
Всього											194612

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

6 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

Холодопродуктивність компресорів (на кожну температуру кипіння) визначається за формулою 3.16 ([1] с. 71)

$$Q_0 = \frac{K \cdot \sum Q_{км}}{b} , Вт$$

де $\sum Q_{км}$ - сумарне теплове навантаження на компресори для даної температури кипіння, Вт; приймається по зведеній таблиці теплонадходжень;

K- коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки, приймається в залежності від температури кипіння по ([1] с. 71);

b - коефіцієнт робочого часу, приймається по ([1] с. 71).

Всі розрахунки заносяться в таблицю 6.1

Таблиця 6.1 Зведена таблиця розрахунку холодопродуктивності компресорів.

Температура в камері, °C	$\sum Q_{км}$, Вт	K	b	Q_0 , Вт
0	72519	1,05	0,9	84606
-20	40399	1,07	0,8	54033
-30	194612	1,10	0,9	237859

6.1 Робочий режим холодильної установки.

6.1.1 Температура кипіння холодильного агенту визначається за формулою ([2] с. 71).

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (5 \div 10), \text{ } ^\circ\text{C}$$

де $t_{\text{кам}}$ - температура повітря в камері, $^\circ\text{C}$.

6.2.2 Температура всмоктування парів холодильного агенту визначається за формулами ([2] с. 72).

Одноступеневе стискання - $t_{\text{вс}} = t_0 + (5 \div 10), \text{ } ^\circ\text{C}$

Двоступеневе стискання - $t_{\text{вс}} = t_0 + (10 \div 20), \text{ } ^\circ\text{C}$

6.2.3 Температура води, яка поступає на конденсатор визначається за формулою ([1] с. 87)

$$t_{\text{вд.}} = t_{\text{м. т.}} + (2 \div 4), \text{ } ^\circ\text{C}$$

де $t_{\text{м. т.}}$ - температура мокрого термометра, $^\circ\text{C}$; визначається по і-d діаграмі для вологого повітря в залежності від розрахункової літньої температури і розрахункової літньої відносної вологості в районі будівництва (додаток 1 ([2] с. 208)).

6.2.4 Температура конденсації визначається за формулою ([1] с. 87)

$$t_{\text{к}} = t_{\text{вд.}} + (8 \div 11), \text{ } ^\circ\text{C}$$

6.2.5 Температура переохолодження рідкого холодильного агенту перед регулюючим вентилем визначається за формулою ([1] с. 88)

$$t_{\text{п}} = t_{\text{вд.}} + (3 \div 5), \text{ } ^\circ\text{C}$$

Тиск в проміжній посудині визначається за формулою 11.14 ([2] с. 77)

$$P_{\text{пр}} = \sqrt{P_{\text{к}} \cdot P_0}, \text{ МПа}$$

де P_0 - тиск кипіння, МПа;

$P_{\text{к}}$ - тиск конденсації, МПа.

6.2.6 На діаграмі $i\text{-lg}P$ по проміжному тиску $P_{\text{пр}}$ знаходиться температура в проміжній посудині $t_{\text{пр}}$.

6.2.7 Температура рідкого холодильного агента на виході із змієвика проміжної посудини визначається за формулою ([1] с. 93)

$$t_{\text{зм}} = t_{\text{пр}} + (3 \div 5), \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розрахунок робочого режиму холодильної установки заноситься
в таблицю 6.2

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 6.2 Таблиця розрахунку робочого режиму холодильної установки.

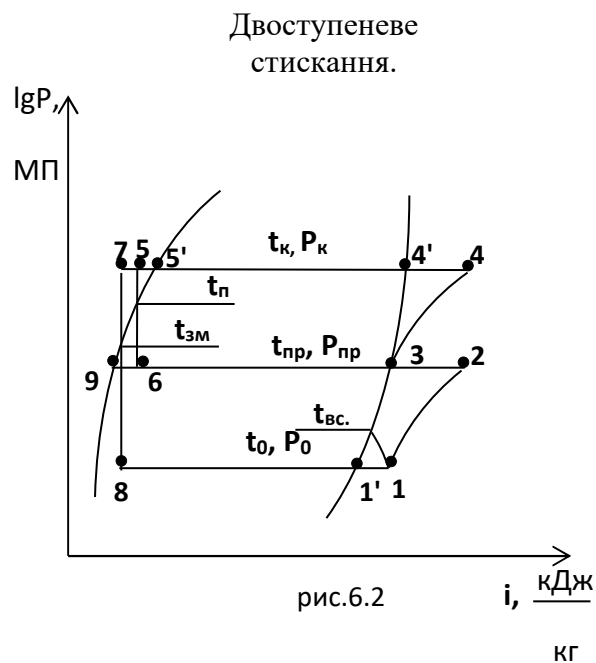
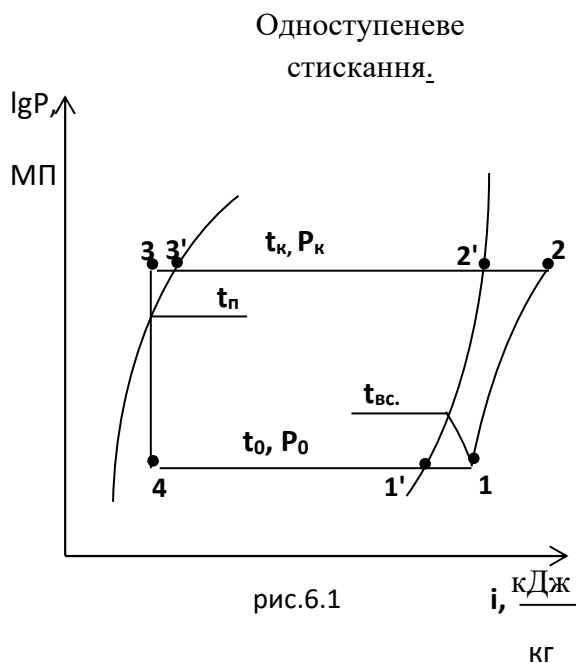
$t_{кам},$ °C	$t_0,$ °C	$t_{вс},$ °C	$t_{вн},$ °C	$\varphi;$ %	$t_{м.т.},$ °C	$t_{вдл},$ °C	$t_{с},$ °C	$t_{н},$ °C	$P_0,$ МПа	$P_{кs},$ МПа	$P_{ПП} = \sqrt{P_{к} \cdot P_0};$ МПа	$t_{пр},$ °C	$t_{зм},$ °C	$\frac{P_{к}}{P_0}$	$\frac{P_{пр}}{P_0}$	$\frac{P_{к}}{P_{пр}}$
0	-10	0	31	52	23	26	34	31	0,29	1,31				4,5		
-20	-30	-20	31	52	23	26	34	31	0,29	1,31	0,40	-2	2	10,9	3,33	3,28
-30	-40	-30	31	52	23	26	34	31	0,29	1,31	0,31	-9	-5	18,2	4,31	4,23

Вибір схеми холодильної установки заноситься в таблицю 6.3

Таблиця 6.3 Таблиця вибору схеми холодильної установки.

$t_0;$ °C	$P_0;$ МПа	$P_{к};$ МПа	$\frac{P_{к}}{P_0}$	Схема холодильної установки	$P_{ПП} = \sqrt{P_{к} \cdot P_0};$ МПа
-10	0,29	1,31	4,5	одноступенева	
-30	0,12	1,31	10,9	двоступенева	0,40
-40	0,072	1,31	18,2	двоступенева	0,31

По даним температурного режиму будуються цикли одно- і двоступеневого стискання в діаграмі i - $\lg P$ та визначаються параметри умовних точок циклів (рис. 6.1;6.2)



6.3.1 Параметри умовних точок циклу одноступеневого стискання заносяться в таблицю 6.4.

6.3.2 Параметри умовних точок циклу двоступеневого стискання заносяться в таблицю 6.5

Таблиця 6.4 Зведена таблиця параметрів умовних точок циклу одноступеневого стискання

Режим; °С		P _o	P _к	i ₁ '	i ₁	i ₂	i ₃ '	i ₃ =i ₄	V ₁	V ₂	V ₃		
t _o	t _к	t _п	t _{вс}	кДж кГ									
-10	34	31	0	0,29	1,31	1667	1693	1921	576	562	0,440	0,135	0,00169

Таблиця 6.5 Зведена таблиця параметрів умовних точок циклу двоступеневого стискання

Режим; °С		P _o	P _{пр}	P _к	t _{пр}	t _{зм}	i ₁ '	i ₁	i ₂	i ₃	i ₄	i ₅ =i ₆	i ₇ =i ₈	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅		
t _o	t _к	t _п	t _{вс}	°С		кДж кГ														
-30	-20	31	34	0,12	0,40	1,31	-2	2	1641	1665	1832	1676	1844	562	430	1,01	0,40	0,31	0,122	0,00169
-40	-30	31	34	0,07	0,31	1,31	-9	-5	1625	1648	1855	1667	1885	560	398	1,62	0,54	0,40	0,290	0,00169

6.4 Тепловий розрахунок та підбір компресорів одноступеневого стискування.

6.4.1 Холодопродуктивність одного кілограму холодильного агенту визначається за формулою 5.1 ([1] с. 95).

$$q_0 = i_{1'} - i_4, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

де $i_{1'}$, i_4 - ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по

таблиці 6.4 розділу 6.

6.4.2 Масова витрата пари визначається за формулою 5.2 ([1] с. 95)

$$M = \frac{Q_0}{q_0}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

де Q_0 - навантаження на компресор з врахуванням втрат, кВт; приймається по таблиці 6.1 розділу 6.

6.4.3 Дійсна об'ємна подача компресора визначається за формулою 5.3 ([1]с. 95)

$$V_d = M \cdot v_{1'}, \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

де $v_{1'}$ - питомий об'єм пари, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; приймається по таблиці 6.4 розділу 6.

6.4.4 Теоретична об'ємна подача компресора визначається за формулою 5.4 ([1] с. 96)

$$V_m = \frac{V_d}{\lambda}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де λ - коефіцієнт подачі компресора в залежності від ступені стискування $\frac{P_k}{P_0}$, типу компресора і холодильного агенту, на якому буде працювати компресор, приймається по графіку на рисунку 5.5 ([1] с. 97)

									Лист
									44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ				

6.4.5 Теоретична (адіабатна) потужність компресора визначається за формулою 5.5 ([1] с. 96)

$$N_m = M \cdot (i_2 - i_1), \text{ кВт}$$

де i_1, i_2 - ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по таблиці 6.4 розділу 6.

6.4.6 Дійсна (індикаторна) потужність компресора визначається за формулою 5.6 ([1] с. 96)

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i}, \text{ кВт}$$

де η_i - індикаторний ККД, приймається по ([1] с. 96).

6.4.7 Ефективна потужність компресора визначається за формулою 5.7 ([1] с. 96)

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{\text{мех.}}}, \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{мех}}$ - механічний ККД, приймається по ([1] с. 96) або ([2] с. 74).

6.4.8 Теплове навантаження на конденсатор визначається за формулою 5.8 ([1] с. 96)

$$Q_k = Q_0 + N_i, \text{ кВт}$$

Розрахунок та підбір компресорів одноступеневого стискання заносяться в таблицю 6.6, технічна характеристика - в таблицю 6.7.

Таблиця 6.6 Таблиця розрахунку та підбору компресорів одноступеневого стискання

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Режим; °C	$q_0;$ $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$Q_0;$ кВт	M $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$V_{д};$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$\lambda;$	$V_{т};$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	Марка компресора	Кількість	$V_{т};$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$N_{т};$ кВт	$N_{i};$ кВт	$N_{e};$ кВт	$Q_{к};$ кВт
-10	1105	72,5	0,065	0,028	0,78	0,035	SAB 110SM	2	0,039	14,82	18,52	20,57	91

Таблиця 6.7 Технічна характеристика компресорного агрегата (виробництво «York»)

Марка	$V_{т};$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	Макс. частота обертання, об./хв	Номінальна продуктивність R717	Габаритні розміри, мм			Маса, кг
				L	B	H	
SAB 110SM	0,039	2960	78,2	1700	800	1310	490

Тепловий розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискання.

6.5.1 Холодопродуктивність одного кілограму холодильного агента визначається за формулою 5.14 ([1] с. 102)

$$q_0 = i_{1'} - i_8, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

де $i_{1'}$, i_8 - ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по таблиці 6.5 розділу 6.

6.5.2 Масова витрата пари в С.Н.Т. визначається за формулою 5.16 ([1] с. 102)

$$M_1 = \frac{Q_0}{q_0}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

де Q_0 - навантаження на компресор з врахуванням втрат, кВт;
приймається по таблиці 6.1 розділу 6.

6.5.3 Масова витрата пари в С.В.Т. визначається за формулою
5.16 ([1] с. 102)

$$M = M_1 \cdot \frac{i_2 - i_7}{(i_3 - i_9)(1 - x_6)} = M_1 \cdot \frac{i_2 - i_7}{i_3 - i_6}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

де i_2, i_3, i_6, i_7, i_9 - ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по
таблиці 6.5 розділу 6.

6.5.4 Дійсна об'ємна подача С.Н.Т. визначається за формулою
5.17 ([1] с. 103)

$$V_{\partial}^{\text{С.Н.Т.}} = M_1 \cdot v_1, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де v_1 - питомий об'єм пари, що всмоктується С.Н.Т., $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; приймається
по таблиці 6.5 розділу 6.

6.5.5 Дійсна об'ємна подача С.В.Т. визначається за формулою
5.18 ([1] с. 103)

$$V_{\partial}^{\text{С.В.Т.}} = M \cdot v_3, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де v_3 - питомий об'єм пари, що всмоктується С.В.Т., $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; приймається
по таблиці 6.5 розділу 6.

6.5.6 Теоретична об'ємна подача С.Н.Т. визначається за формулою

$$V_m^{\text{С.Н.Т.}} = \frac{V_{\partial}^{\text{С.Н.Т.}}}{\lambda^{\text{С.Н.Т.}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де $\lambda^{C.H.T.}$ - коефіцієнт подачі С.Н.Т. в залежності від ступені стискання $\frac{P_{пр}}{P_0}$

, приймається по графіку на рисунку 5.5 ([1] с. 97).

6.5.7 Теоретична об'ємна подача С.В.Т. визначається за формулою 5.20 ([1] с. 103)

$$V_m^{C.B.T.} = \frac{V_\partial^{C.B.T.}}{\lambda^{C.B.T.}}, \frac{M^3}{c}$$

де $\lambda^{C.B.T.}$ - коефіцієнт подачі С.В.Т. в залежності від ступені стискання $P_k/P_{пр}$, приймається по графіку на малюнку 5.5 ([1] с.97).

6.5.8 Теоретична (адіабатна) потужність С.Н.Т. визначається за формулою 5.21 ([1] с. 105)

$$N_m^{C.H.T.} = M_1 \cdot (i_2 - i_1), \text{ кВт}$$

де i_1, i_2 - ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по таблиці 6.5 розділу 6.

6.5.9 Теоретична (адіабатна) потужність С.В.Т. визначається за формулою 5.22 ([1] с. 105)

$$N_m^{C.B.T.} = M \cdot (i_4 - i_3), \text{ кВт}$$

де i_3, i_4 - ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по таблиці 6.5 розділу 6.

6.5.10 Дійсна (індикаторна) потужність С.Н.Т. визначається за формулою 5.23 ([1] с. 106)

$$N_i^{C.H.T.} = \frac{N_m^{C.H.T.}}{\eta_i^{C.H.T.}}, \text{ кВт}$$

де $\eta_i^{C.H.T.}$ - індикаторний ККД С.Н.Т., приймається по ([1] с. 96).

6.5.11 Дійсна (індикаторна) потужність С.В.Т. визначається за формулою 5.24 ([1] с. 106)

									Лист
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ				

$$N_i^{C.B.T.} = \frac{N_m^{C.B.T.}}{\eta_i^{C.B.T.}}, \text{ кВт}$$

де $\eta_i^{C.B.T.}$ - індикаторний ККД С.В.Т., приймається по ([1] с. 96)

6.5.12 Ефективна потужність С.Н.Т. визначається за формулою 5.25 ([1] с. 106)

$$N_e^{C.H.T.} = \frac{N_i^{C.H.T.}}{\eta_{\text{мех}}^{C.H.T.}}, \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{мех}}$ - механічний ККД С.Н.Т., приймається по ([1] с. 96) або ([2] с. 74).

6.5.13 Ефективна потужність С.В.Т. визначається за формулою 5.26 ([1] с. 106)

$$N_e^{C.B.T.} = \frac{N_i^{C.B.T.}}{\eta_{\text{мех}}^{C.B.T.}}, \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{мех}}$ - механічний ККД С.В.Т., приймається по ([1] с. 96) або ([2] с. 74).

6.5.14 Теплове навантаження на конденсатор визначається за формулою 5.27 ([1] с. 106)

$$Q_k = Q_0 + N_i^{C.H.T.} + N_i^{C.B.T.}, \text{ кВт}$$

Розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискання заносяться в таблицю 6.8, технічна характеристика - в таблицю 6.9.

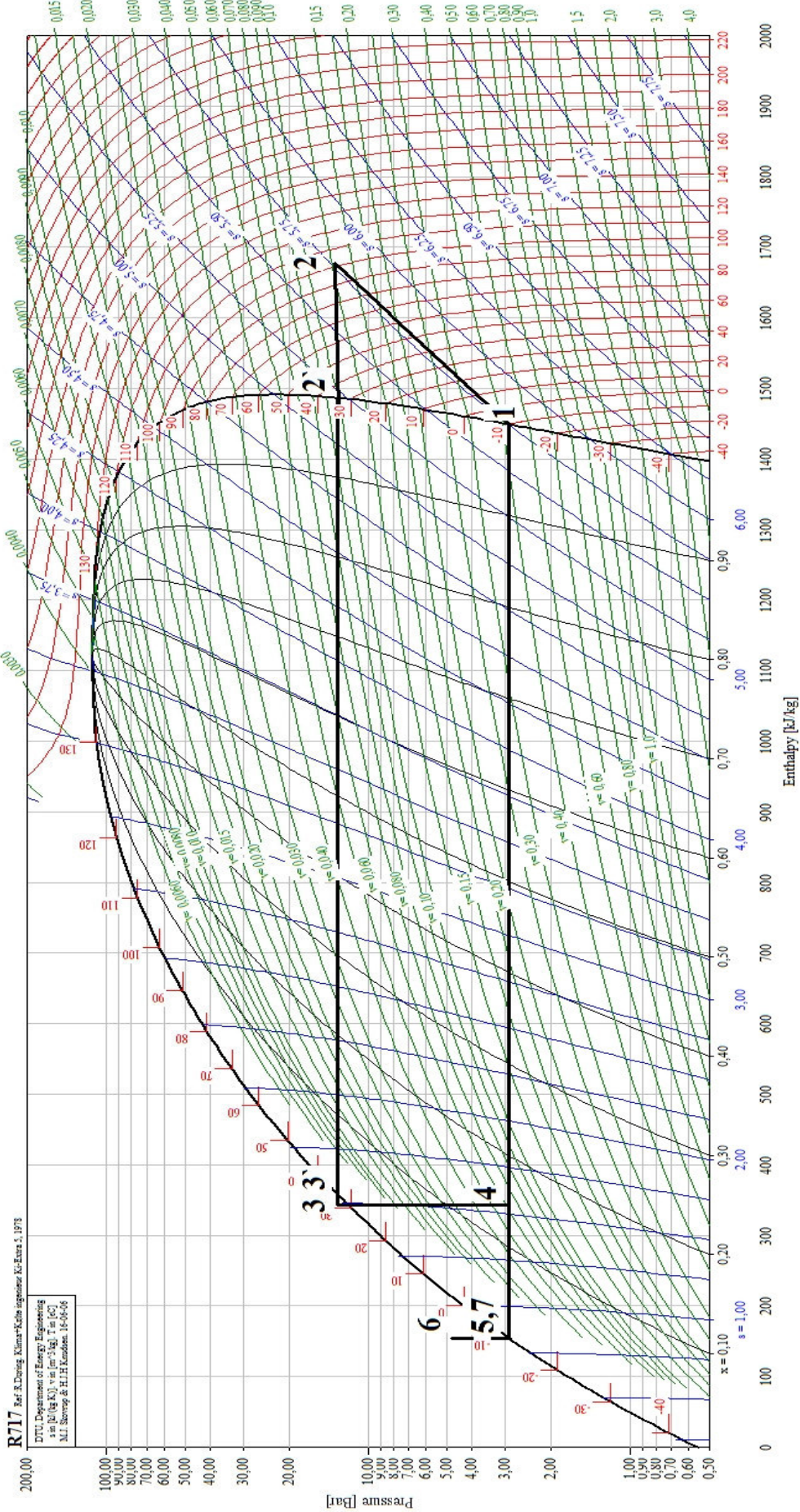
					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 6.8 Розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стисання

Режим ; °C	φ_0 , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Q_0 , кВт	M_i , $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	M , $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$V_{\text{д}}$ $V_{\text{д}}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$\lambda_{\text{с.н.т.}}$ $\lambda_{\text{с.в.т.}}$	$V_{\text{м}}$ $V_{\text{м}}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	Кількість	Марка компресора	$V_{\text{м}}$ $V_{\text{м}}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$N_m^{\text{с.н.т.}}$ $N_m^{\text{с.в.т.}}$ кВт	$N_i^{\text{с.н.т.}}$ $N_i^{\text{с.в.т.}}$ кВт	$N_e^{\text{с.н.т.}}$ $N_e^{\text{с.в.т.}}$ кВт	Q_k , кВт
-30	1211	40,3	0,033	0,041	$\frac{0,033}{0,012}$	$\frac{0,86}{0,85}$	$\frac{0,038}{0,014}$	2	TSMO 28	$\frac{0,049}{0,016}$	$\frac{5,51}{6,88}$	$\frac{6,88}{8,6}$	$\frac{8,1}{10,11}$	55,78
-40	1227	194,6	0,15	0,19	$\frac{0,243}{0,076}$	$\frac{0,79}{0,78}$	$\frac{0,30}{0,097}$	2	TSMC 188	$\frac{0,356}{0,119}$	$\frac{31,05}{41,42}$	$\frac{38,81}{51,77}$	$\frac{45,65}{60,9}$	285,18

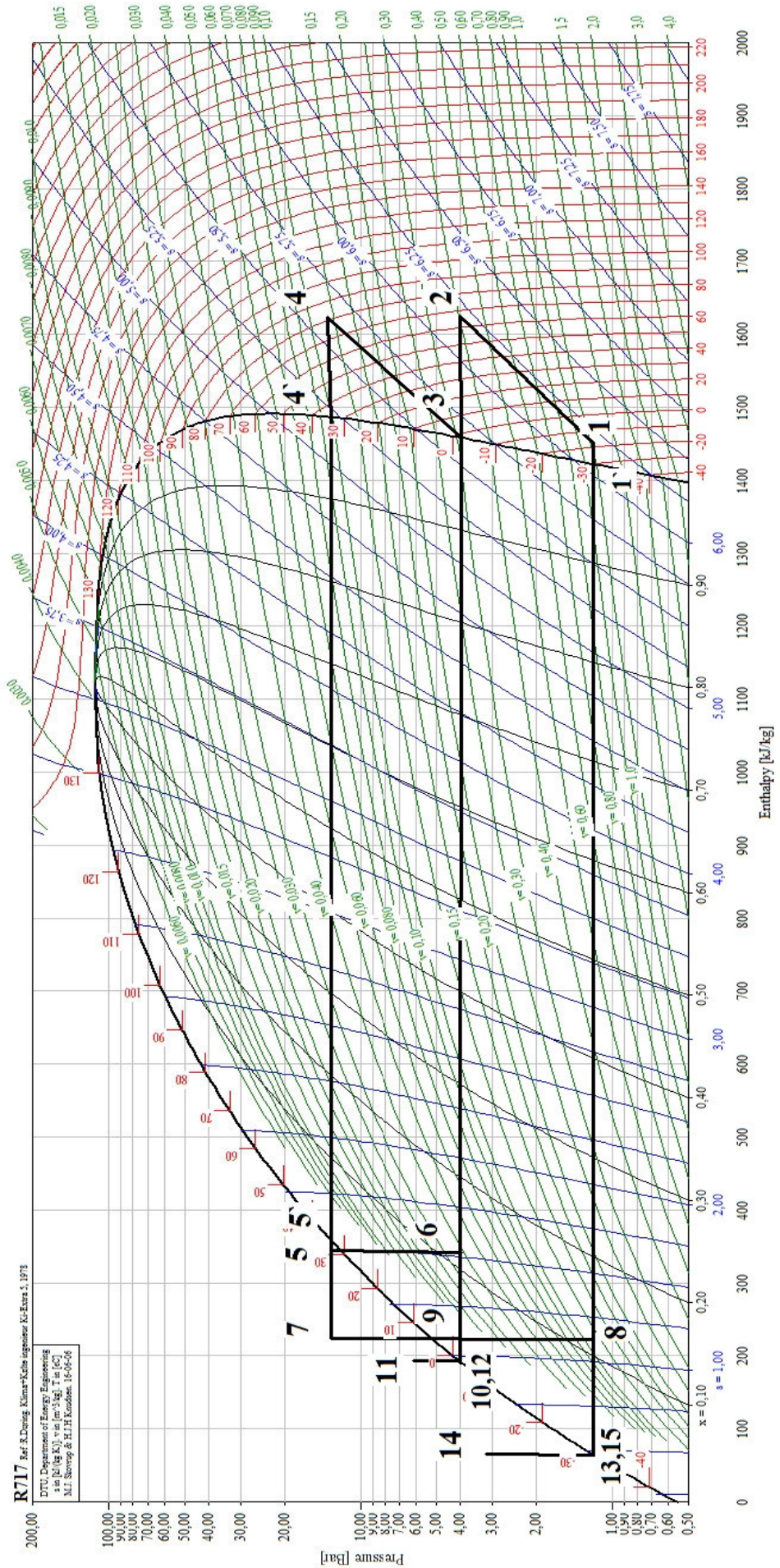
Таблиця 6.9 Технічна характеристика компресорів двоступеневого стисання (виробництво «York»)»

Марка	V_i , $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	Макс. частота обертання, об./хв	Рівень шуму, Дб	Номинальна продуктивність R717	Габаритні розміри, мм		Маса, кг
					L	H	
TSMO 28	$\frac{0,049}{0,016}$	1800	71	20	1400	1000	500
TSMC 188	$\frac{0,356}{0,119}$	1000	85	205	2800	1700	3600



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.MP.000142.001.003.ПЗ



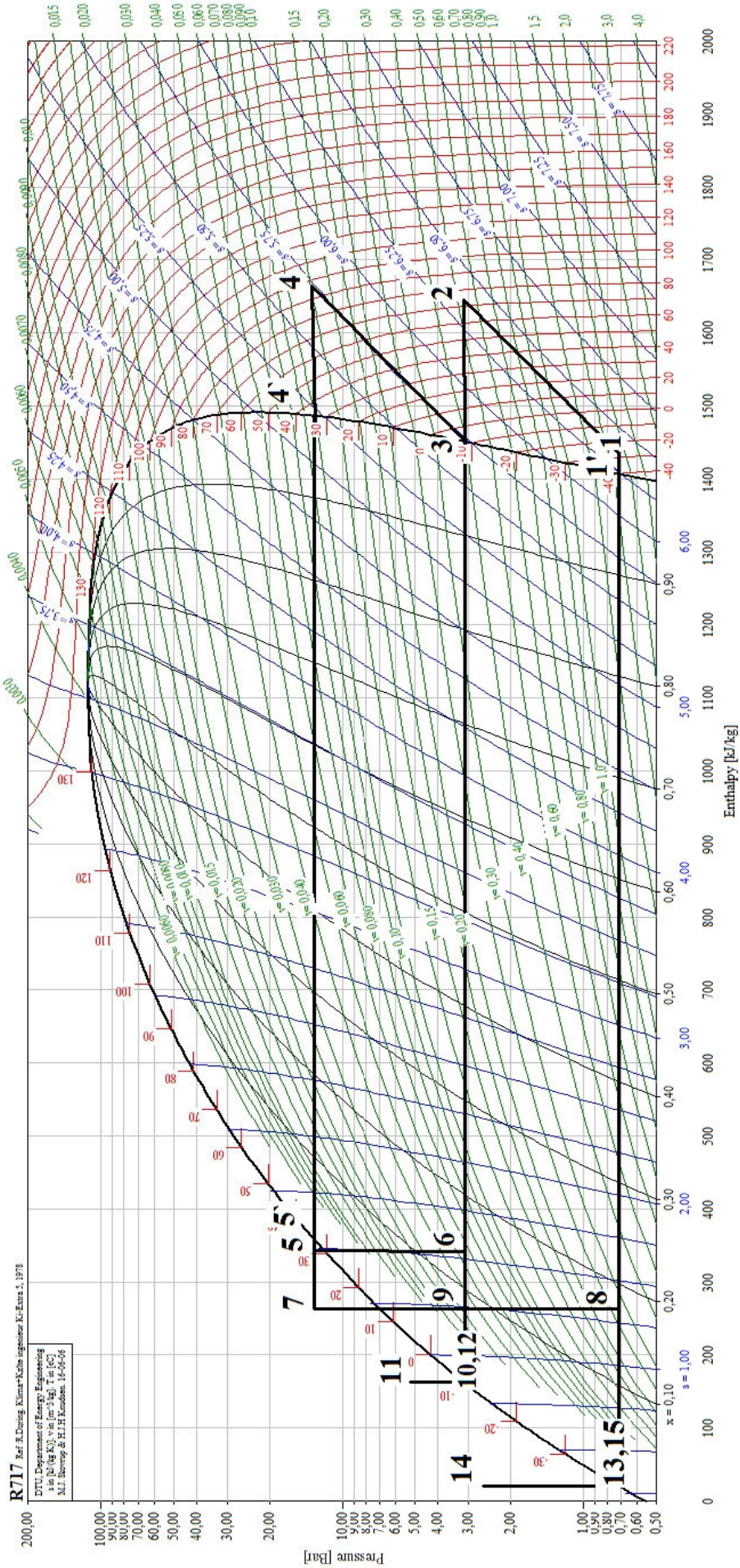
R717 Prof. R. Dering, Klinař/Klins engineer, Kř-Ener. 1. 1975
 DTU, Department of Energy Engineering
 1st fl. (Kj/kg K), 1st fl. (m³/kg), T in (°C)
 M.J. Steyng & H.J.H. Koudon, 16-06-06

Эмн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Лист

52



Эмн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Тепловий розрахунок холодильної машини що працює на хладоні R507A.

Оскільки за завданням необхідно провести розрахунок обраної схеми на іншому холодильному агенті, то всі припущення для вибору температур, побудови циклу холодильної машини та сама схема залишаються не змінними.

За діаграмою lgr – h хладону R507A визначаємо тиски які відповідають прийнятним температурам:

- для температури кипіння -4°C $p_{0.4}=0,55$ МПа,
- для температури кипіння -25°C $p_{0.25}=0,26$ МПа,
- для температури кипіння -32°C $p_{0.32}=0,197$ МПа,
- для температури конденсації $36,5^{\circ}\text{C}$ тиск $p_k=1,73$ МПа.

Визначаємо яку машину (одно або двоступеневу) потрібно для кожної температури кипіння:

- температури кипіння -4°C $p_k/p_{0.4}=1,73/0,55=3,15$ – одноступенева машина,
- для температури кипіння -25°C $p_k/p_{0.25}=1,73/0,26=6,65$ – одноступенева машина, але оскільки схема обрана в попередньому розділі то застосовується двоступенева машина,
- для температури кипіння -32°C $p_k/p_{0.32}=1,73/0,197=8,78$ – двоступенева машина.

Для побудови циклу визначаємо проміжний тиск та відповідну температуру. Температура кипіння -25°C .

$$p_m = \sqrt{p_k \cdot p_{0.25}} = \sqrt{1,73 \cdot 0,26} = 0,67 \text{ МПа}$$

відповідна температура $t_m=2^{\circ}\text{C}$.

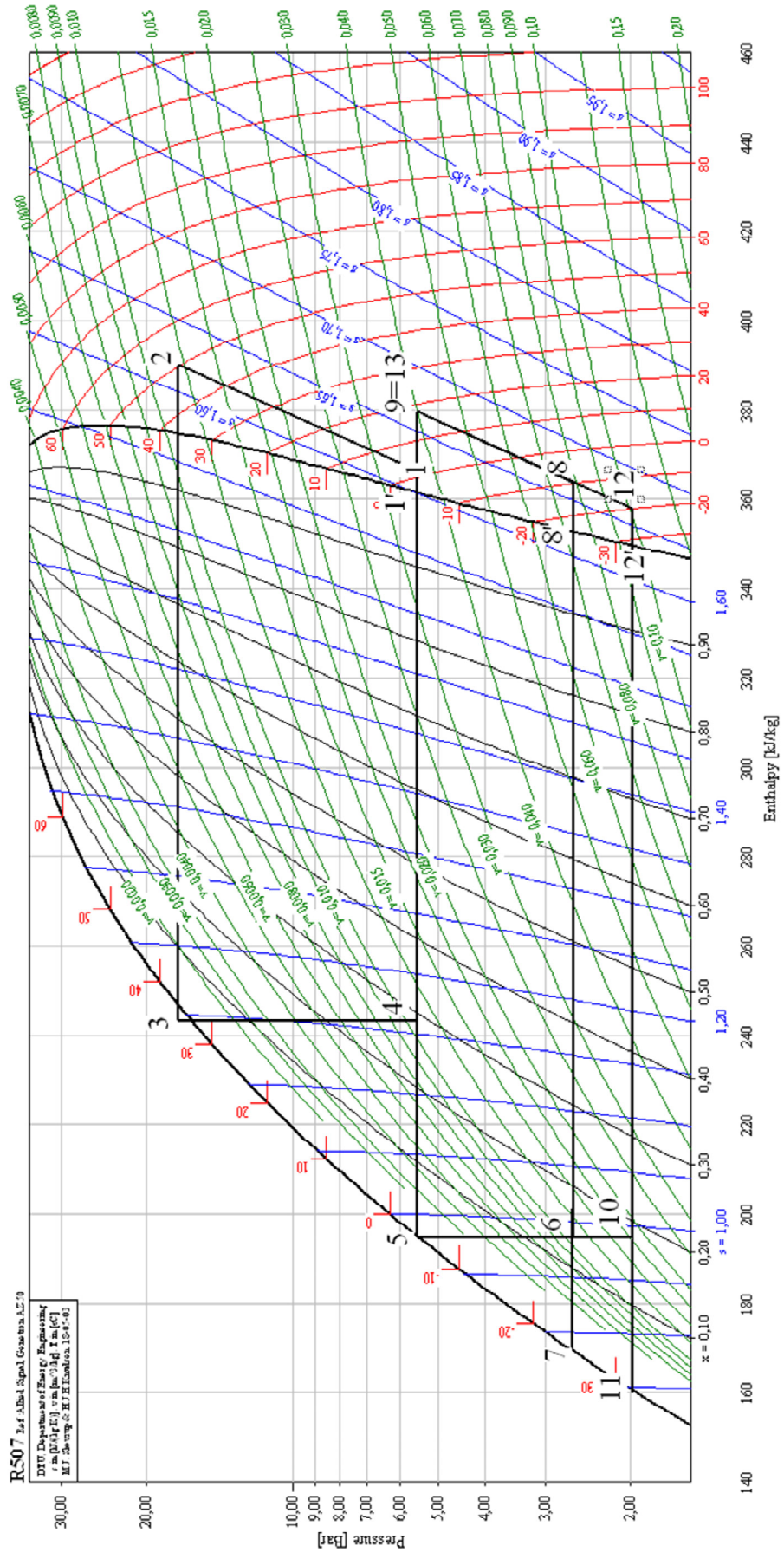
Температура кипіння -32°C .

$$p_m = \sqrt{p_k \cdot p_{0.32}} = \sqrt{1,73 \cdot 0,197} = 0,584 \text{ МПа}$$

відповідна температура $t_m=-2^{\circ}\text{C}$.

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Приймаємо в якості проміжної температури $t_m = -4^\circ\text{C}$.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Робочий цикл холодильної установки

Таблиця 6.10. – Параметри робочих точок циклу.

№ точки	Температура, °С	Тиск, МПа	Ентальпія, кДж/кг	Питомий об'єм, м³/кг
1'	-4	0,55	361,5	-
1	2	0,55	366,5	0,037
2	50,4	1,73	390,1	-
2р	54	1,73	393,9	-
3	34	1,73	243,4	-
4	-4	0,55	243,4	-
5	-4	0,55	195,1	-
6	-25	0,26	195,1	-
7	-25	0,26	170	-
8'	-25	0,26	353	-
8	-10	0,26	363,6	0,0789
9	18	0,55	379,6	-
9р	21	0,55	382	-
10	-32	0,197	195,1	-
11	-32	0,197	160,5	-
12'	-32	0,197	349,5	-
12	-20	0,197	358	0,1017
13	18	0,55	379,6	-
13р	22,5	0,55	383,1	-

Визначаємо витрату холодильного агенту, яку потрібно відводити від випарників.

$$m_1 = \frac{Q_{KM(-4)\theta}}{h_1 - h_5} = \frac{41,65}{361,5 - 195,1} = 0,25 \frac{кк}{с}$$

$$m_2 = \frac{Q_{KM(-25)\theta}}{h_8 - h_7} = \frac{27,6}{353 - 170} = 0,151 \frac{кк}{с}$$

$$m_3 = \frac{Q_{KM(-32)\theta}}{h_{12} - h_{11}} = \frac{42,07}{349,5 - 160,5} = 0,223 \frac{кк}{с}$$

Ентальпія пари після змішування в точці 9 та 13 однакова і становить $h_{13} = 379,6$ кДж/кг

					00.MP.00014.2.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Загальна кількість пари після змішування з компресорів першого ступеня
 $M_{1\text{ст}}=M_3+M_2=0,223+0,151=0,374\text{кг/с}$.

Загальна кількість пари що всмоктується компресором високого тиску з
урахуванням пари утвореного в результаті борбатування.

$$M \cdot h_1 + M_{1\text{ст}} \cdot h_5 + M_1 \cdot h_5 = M \cdot h_4 + M_{1\text{ст}} \cdot h_{13} + M_1 \cdot h_{1'}$$

де M – загальна кількість аміаку що рухається через конденсатор

$$M \cdot (h_1 - h_4) = M_{1\text{ст}} \cdot h_{13} + M_1 \cdot h_{1'} - M_{1\text{ст}} \cdot h_5 + M_1 \cdot h_5$$

$$M = (M_{1\text{ст}}(h_{13} - h_5) + M_1(h_{1'} - h_5)) / (h_1 - h_4) = \\ = (0,374 \cdot (379,6 - 195,1) + 0,25 \cdot (361,5 - 195,1)) / (366,5 - 243,4) = 0,8985 \text{ кг/с}$$

Визначаємо теоретичні показники циклу:

питома масова холодопродуктивність ступенів.

$$q_{0(-32)} = h_{12'} - h_{11} = 349,5 - 160,5 = 189 \text{ кДж/кг};$$

$$q_{0(-25)} = h_{8'} - h_7 = 353 - 170 = 183 \text{ кДж/кг};$$

$$q_{0(-4)} = h_{1'} - h_5 = 361,5 - 195,1 = 166,4 \text{ кДж/кг};$$

питома теоретична робота компресорів

$$w_{h(-32)} = h_{13} - h_{12} = 379,6 - 358 = 21,6 \text{ кДж/кг};$$

$$w_{h(-25)} = h_9 - h_8 = 379,6 - 363,6 = 16 \text{ кДж/кг};$$

$$w_{h(-4)} = h_2 - h_1 = 390,1 - 366,5 = 23,6 \text{ кДж/кг};$$

питоме теоретичне навантаження на конденсатор

$$q_k = h_2 - h_3 = 390,1 - 243,4 = 146,7 \text{ кДж/кг},$$

Визначаємо об'ємну продуктивність компресорів (об'ємну подачу):

$$V_{\text{hKM1}} = M \cdot v_1 = 0,8985 \cdot 0,037 = 0,033 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$V_{\text{hKM2}} = M_2 \cdot v_8 = 0,151 \cdot 0,0789 = 0,012 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$V_{\text{hKM3}} = M_3 \cdot v_{12} = 0,223 \cdot 0,1017 = 0,023 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Розрахунок теоретичного циклу завершено. По об'ємній продуктивності та за потрібною холодопродуктивністю випарників приймаємо поршневі компресори на верхню ступень та гвинтові компресори на перші ступені установки.

Теоретичну подачу компресора, $\text{м}^3/\text{с}$, визначаємо за наступною формулою

					<i>00.MP.000142.001.003.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$V_T = V_D / \lambda$$

де λ – об’ємний коефіцієнт подачі компресора.

Коефіцієнт подачі поршневого компресора визначаємо за формулою

$$\lambda = \lambda_i \lambda'_\omega,$$

де λ_i – індикаторний об’ємний коефіцієнт подачі поршневого компресора;
 λ'_ω – коефіцієнт нагрівання.

Індикаторний об’ємний коефіцієнт подачі поршневого компресора визначаємо за формулою

$$\lambda_i = \frac{p_0 - \Delta p_{вс}}{p_0} - c \left[\left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_0} \right)^{1/n} - \frac{p_0 - \Delta p_{вс}}{p_0} \right],$$

де $\Delta p_{вс}$ – депресія на всмоктуванні, $\Delta p_{вс}=5...10$ кПа (приймаю $\Delta p_{вс}=0,01$ МПа); Δp_n – депресія на нагнітанні, $\Delta p_n=5...10$ кПа (приймаю $\Delta p_n=0,01$ МПа); $c=0,03...0,05$ – відносний мертвий простір (приймаю $c=0,03$); n – показник політропи розширення (приймаю $n=1,15$).

$$\lambda_{i(-4)} = \frac{0,55-0,01}{0,55} - 0,03 \cdot \left[\left(\frac{1,73+0,01}{0,55} \right)^{1/1,15} - \frac{0,55-0,01}{0,55} \right] = 0,93$$

Коефіцієнт, що враховує втрати від нагрівання та нещільностей,

$$\lambda'_{\omega(-4)} = T_0 / T_k = (273 - 4) / (273 + 36,5) = 0,869$$

$$\lambda_{(-4)} = 0,93 \cdot 0,869 = 0,81$$

$$\Sigma V_{T(-4)} = 0,033 / 0,81 = 0,041 \text{ м}^3/\text{с}$$

На температуру кипіння $t_0 = -4^\circ\text{C}$ приймаємо два поршневі компресори Bitzer 4HE-25Y об’ємною подачею $V_T = 73,7 \text{ м}^3/\text{Год} = 0,0205 \text{ м}^3/\text{с}$.

Дійсна масова витрата:

$$\Sigma M_{KM(-4)} = \lambda_{(-4)} \cdot V_{KM(4HE-25Y)} / v_1 = 0,81 \cdot 0,0205 / 0,037 = 0,449 \text{ кг/с},$$

Теоретична потужність компресора, кВт

$$\Sigma N_{T(-4)} = \Sigma M_{KM(-4)} \cdot w_{h(-4)} = 0,449 \cdot 23,6 = 10,6 \text{ кВт},$$

Дійсна (індикаторна) потужність компресора, кВт

					<i>00.MP.000142.001.003.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$\Sigma N_i = \Sigma N_T / \eta_i,$$

де η_i – індикаторний ККД компресора, який визначаю за формулою І.І.Левіна $\eta_i = \lambda'_\omega + \nu t_0$, (ν – дослідний коефіцієнт, $\nu=0,002$ та $\nu=0,001$ відповідно для аміачних горизонтальних та вертикальних компресорів).
Вважаю що в мене горизонтальний компресор, тому $\nu=0,002$.

$$\eta_{i(-4)} = 0,869 + 0,002 \cdot (-4) = 0,861,$$

$$\Sigma N_{i(-4)} = 10,6 / 0,861 = 12,31 \text{ кВт},$$

Ефективна потужність компресора, кВт, що враховує витрату потужності в парах тертя:

$$\Sigma N_e = \Sigma N_T / \eta_e = \Sigma N_i / \eta_m = \Sigma N_T / (\eta_i \eta_m),$$

де η_e – ефективний ККД; η_m – механічний ККД (рис.1 розділу 5.2.1. літ. 3).

Приймаю $\eta_e=0,755$; $\eta_m=0,89$.

$$\Sigma N_{e(-4)} = 12,31 / 0,89 = 13,83 \text{ кВт},$$

Необхідна потужність електродвигуна

$$\Sigma N_{ел} = \Sigma N_e / \eta_{ел}, \text{ кВт},$$

де $\eta_{ел}=0,9$ – електричний ККД (рис.1 розділ 5.2.1. літ.3).

$$\Sigma N_{ел(-4)} = 13,83 / 0,9 = 15,4 \text{ кВт}.$$

Заводом виробником встановлено електродвигун з номінальною потужністю 28 кВт.

Визначаємо потрібну об'ємну продуктивність гвинтових компресорів. З мал. 11.2 літ.1 приймаємо коефіцієнт подачі.

$$t_{0-25} = -25 \text{ °C} \quad p_m / p_{0-25} = 0,55 / 0,26 = 2,12 \quad \lambda_{(-25)} = 0,87$$

$$t_{0-32} = -32 \text{ °C} \quad p_m / p_{0-32} = 0,55 / 0,197 = 2,8 \quad \lambda_{(-32)} = 0,86$$

Потрібна (теоретична) продуктивність компресора.

$$\Sigma V_{T(-25)} = V_{hKM2} / \lambda_{(-25)} = 0,012 / 0,87 = 0,014 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Sigma V_{T(-32)} = V_{hKM3} / \lambda_{(-32)} = 0,023 / 0,86 = 0,027 \text{ м}^3/\text{с}$$

За даними каталогів фірми Bitzer для температури кипіння $t_0=-25^{\circ}\text{C}$ приймаємо один гвинтовий компресор HSN-5343-20 стандартної комплектації з об'ємною продуктивністю $V_T=84\text{м}^3/\text{год}=0,0233\text{м}^3/\text{с}$.

Для температури кипіння $t_0=-32^{\circ}\text{C}$ приймаємо один гвинтовий компресор тієї ж фірми марки HSN-5353-25 стандартної комплектації з об'ємною продуктивністю $V_T=100\text{м}^3/\text{год}=0,0278\text{м}^3/\text{с}$.

Дійсна масова витрата компресора.

$$\Sigma M_{\text{KM}(-25)} = \lambda_{(-25)} \cdot \Sigma V_{\text{KM}(-25)} / v_8 = 0,87 \cdot 0,0233 / 0,0789 = 0,257 \text{ кг/с}$$

$$\Sigma M_{\text{KM}(-32)} = \lambda_{(-32)} \cdot \Sigma V_{\text{KM}(-32)} / v_{12} = 0,86 \cdot 0,0278 / 0,1017 = 0,235 \text{ кг/с}$$

Теоретична потужність компресора.

$$\Sigma N_{\text{T}(-25)} = \Sigma M_{\text{KM}(-25)} \cdot w_{h(-25)} = 0,257 \cdot 16 = 4,11 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N_{\text{T}(-32)} = \Sigma M_{\text{KM}(-32)} \cdot w_{h(-32)} = 0,235 \cdot 21,6 = 5,08 \text{ кВт}$$

Дійсна (індикаторна) потужність компресора.

$$\Sigma N_{i(-25)} = \Sigma N_{\text{T}(-25)} / \eta_{i(-25)},$$

$$\Sigma N_{i(-32)} = \Sigma N_{\text{T}(-32)} / \eta_{i(-32)},$$

де за літ. 4 с.180 рекомендується приймати $\eta_i \approx \lambda$, тому приймаємо $\eta_{i(-25)} = 0,87$, $\eta_{i(-32)} = 0,86$.

$$\Sigma N_{i(-25)} = 4,11 / 0,87 = 4,72 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N_{i(-32)} = 5,08 / 0,86 = 5,9 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність компресора (приймаємо $\eta_m = 0,9$).

$$\Sigma N_{e(-25)} = \Sigma N_{i(-25)} / \eta_m = 4,72 / 0,9 = 5,25 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N_{e(-32)} = \Sigma N_{i(-32)} / \eta_m = 5,9 / 0,9 = 6,56 \text{ кВт}$$

Необхідна потужність електродвигуна (приймаємо $\eta_{ел} = 0,9$):

$$\Sigma N_{ел(-25)} = \Sigma N_{e(-25)} / \eta_{ел} = 5,25 / 0,9 = 5,83 \text{ кВт},$$

$$\Sigma N_{ел(-32)} = \Sigma N_{e(-32)} / \eta_{ел} = 6,56 / 0,9 = 7,28 \text{ кВт}.$$

Заводом виробником встановлено електродвигун з номінальною потужністю 29 та 33 кВт відповідно.

										Лист
										60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ					

Для знаходження реального навантаження на конденсатор знаходимо реальне положення точки 2 через індикаторний ККД.

$$\eta_i = \frac{h_2 - h_1}{h_{2p} - h_1}$$

Звідси

$$h_{2p} = \frac{h_2 - h_1}{\eta_i} + h_1 = \frac{390,1 - 366,5}{0,861} + 366,5 = 393,9 \text{ кДж/кг}$$

Навантаження на конденсатор.

$$Q_{\text{КД}} = M \cdot (h_{2p} - h_3) = 0,8985 \cdot (393,9 - 243,4) = 135,2 \text{ кВт}$$

Для знаходження реального навантаження на мастилоохолодник знаходимо реальне положення точок 9 та 13 через індикаторний ККД.

$$\eta_{i-25} = \frac{h_9 - h_8}{h_{9p} - h_8}$$

$$\eta_{i-32} = \frac{h_{13} - h_{12}}{h_{13p} - h_{12}}$$

Звідси

$$h_{9p} = \frac{h_9 - h_8}{\eta_{i-25}} + h_8 = \frac{379,6 - 363,6}{0,87} + 363,6 = 382 \text{ кДж/кг}$$

$$h_{13p} = \frac{h_{13} - h_{12}}{\eta_{i-32}} + h_{12} = \frac{379,6 - 358}{0,86} + 358 = 383,1 \text{ кДж/кг}$$

Відповідні реальні температури кінця стискання дорівнюють $t_{9p} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ та $t_{13p} = 22,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Таким чином, встановлення мастилоохолодників не передбачаємо, тому що за рекомендаціями виробника температура мастила повина коливатися в межах $60 \div 80 \text{ }^\circ\text{C}$.

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

7 РОЗРАХУНОК І ПІДБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

7.1 Розрахунок та підбір випарювальних конденсаторів.

7.1.1 Площа теплопередаючої поверхні визначається за формулою

11.26 ([2] с. 85)

$$F_{\kappa} = \frac{Q_{\kappa}}{q_F}, \text{ м}^2$$

де Q_{κ} – розрахункове навантаження на основну орошувальну секцію конденсатора, кВт,

q_F – щільність теплового потоку, $\frac{Вт}{м^2}$, для випарювальних конденсаторів

приймається $q_F=2500 \frac{Вт}{м^2}$ ([2] с. 88);

7.1.2 Розрахункове навантаження на основну орошувальну секцію конденсатора визначається за формулою ([2] с. 88);

$$Q_{\kappa} = (0,9 \dots 0,92) \cdot \sum Q_{\kappa d}, \text{ Вт}$$

де $Q_{\kappa d} = Q_{\kappa}^{-10} + Q_{\kappa}^{-30} + Q_{\kappa}^{-40}$ - сумарний тепловий потік в конденсатор від всіх груп компресорів, Вт; визначається при тепловому розрахунку компресорів.

Об'ємна витрата води для охолодження конденсаторів визначається на основі технічних характеристик випарювального конденсатора. При цьому враховується:

Сумарна витрата води, що циркулює в системі. Витрата свіжої води, яка додається для компенсації втрат через випаровування.

На основі розрахованої витрати води підбираються насоси, з урахуванням резервного насоса для забезпечення безперервної роботи системи.

Усі розрахунки, вибір обладнання та технічні характеристики конденсаторів наведені в таблиці 7.1.

										Лист
										62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ					

Таблиця 7.1 Зведена таблиця розрахунку конденсаторів

Q _{к.д.} ; Вт	Q _{к.} ; Вт	q _F ; $\frac{Вт}{м^2}$	F _к ; м ²	Марка конденсатора	Кількість	F _{к.д.} ; м ²	Розміри, мм			Об'єм трубного простору; м ³	Маса; кг
							L	B	H		
431960	388764	2500	155,5	ЭКА 400	2	175	4000	1300	3100	0,7	3287

Розрахунок, підбір та технічна характеристика водяних насосів заносяться в таблицю 7.2

Таблиця 7.2 Зведена таблиця розрахунку водяних насосів

Марка конденсатора	Кількість конденсаторів	Витрата цирк. води конденсатором м ³ /год	Витрата свіжої води конденсатором м ³ /год	Сумарна витрата води конденсаторами м ³ /год	Марка насоса	Кількість насосів	Подача м ³ /год	Повний напір, м
ЭКА 400	2	27	0,9	27,9	К80-65- 160а	4	45	30

7.2 Розрахунок та підбір повітроохолоджувачів

7.2.2 Площа теплопередаючої поверхні повітроохолоджувачів визначається за формулою 11.26 ([2] с. 85)

$$F_{n.o.} = \frac{Q_{к.обл}}{K_{n.o.} \cdot \Delta t}, \text{ м}^3$$

де $Q_{к. обл.}$ - теплове навантаження на камерне обладнання для даної камери, Вт; приймається по зведеній таблиці теплонадходжень;

$K_{п.о.}$ - коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувача, $\frac{Вт}{\text{м}^2 \cdot К}$;

приймається в залежності від t_0 по ([2] с. 92);

Δt - різниця температур між киплячим холодильним агентом і повітрям в камері, $^{\circ}C$.

6.6.1 Розрахункова кількість повітроохолоджувачів визначається за формулою

$$n_p = \frac{F_{n.o.}}{f_{п.о.}}, \text{ шт}$$

де $f_{п.о.}$ - площа теплопередаючої поверхні прийнятого повітроохолоджувача, м^2 ; приймається по таблиці 14.7 ([2] с. 128).

6.6.2 Приймається дійсна кількість повітроохолоджувачів: n_d .

6.6.3 Об'ємна подача повітря встановленими вентиляторами визначається за формулою 11.39 ([2] с. 92)

$$V_{нов} = \frac{Q_{к.обл}}{\rho_{нов} (i_1 - i_2)}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де $\rho_{нов}$ - щільність повітря, яке виходить з повітроохолоджувача, $\frac{кг}{\text{м}^3}$;

знаходиться по діаграмі $i-d$ для вологого повітря;

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$i_1 - i_2 = \Delta i$ - різниця ентальпій між повітрям яке входить в повітроохолоджувач і повітрям, яке виходить з нього, $\frac{kJ}{kg}$; знаходиться по діаграмі i-d для вологого повітря.

Об'ємна витрата повітря повітроохолоджувачами для даної камери визначається за формулою

$$V_{нов.зач} = V_{1.нов} \cdot n_d, \frac{m^3}{c}$$

де $V_{1.нов}$ - об'ємна витрата повітря одним повітроохолоджувачем, $\frac{m^3}{c}$

;приймається по таблиці 14.70 ([2] с. 128);

n_d - дійсна кількість повітроохолоджувачів, шт.

Місткість повітроохолоджувачів для даної камери по аміаку визначається за формулою

$$V_{a.зач} = V_a \cdot n_d, m^3$$

де V_a - місткість по аміаку одного повітроохолоджувача, m^3 ; приймається по таблиці 14.7 ([2] с. 128).

Розрахунок, підбір та технічна характеристика повітроохолоджувачів заноситься в таблицю 7.3

Розрахунок та підбір лінійних ресиверів.

Місткість лінійних ресиверів для насосно-циркуляційної системи з верхньою подачею холодильного агента в прилади охолодження визначається за формулою 5.41 ([1] с. 128)

$$V_{л.р.} = \frac{0,3 \cdot V_{вип.}}{0,5} \cdot 1,2, m^3$$

де $V_{вип.}$ - місткість по аміаку випарювальної системи, m^3 ;

0,5 - коефіцієнт, який враховує норму заповнення ресивера при експлуатації (50% від об'єму);

1,2 - коефіцієнт, який враховує запас місткості (20%).

										Лист
										65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ					

Таблиця 7.6 Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів.

t_0 , °C	$V_{по}$, м ³	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	$V_{пр}$, м ³	Марка цирк. ресивера
-30	0,154	0,5		1,2	1,25	1,25	1,2	0,17	1,5 РДВ
-40	0,662	0,5		1,2	1,25	1,25	1,2	0,74	1,5 РДВ

На температуру -10 вибираємо компаундний ресивер марки 1,5 РДВ

Технічна характеристика ресиверів заноситься в таблицю 7.7.

Таблиця 7.7 Технічна характеристика циркуляційних ресиверів

Марка	Габаритні розміри		Діаметри умовних проходів патрубків				$V_{ам}$, м ³	Маса, кг
	D × S	H	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄		
1,5 РДВ	800 × 8	3380	150	80	40	15	1,4	710

7.1 Розрахунок та підбір дренажного ресивера.

В насосно-циркуляційних системах дренажний ресивер підбирається по місткості найбільшого циркуляційного ресивера 1,5 РДВ. На основі цього приймається дренажний ресивер марки 1,5 РД.

Технічна характеристика дренажного ресивера заноситься в таблицю 7.8.

Таблиця 7.8 Технічна характеристика дренажного ресивера

Марка	Габаритні розміри, мм		Місткість, м ³	Маса, кг
	D × S	L		
1,5 РД	800 × 8	3610	1,65	670

Розрахунок та підбір аміачних насосів.

Об'ємна подача аміачного насосу визначається за формулою ([3] с. 166)

$$V_a = M \cdot V_p \cdot a, \frac{м^3}{с}$$

Таблиця 7.9 Зведена таблиця розрахунку аміачних насосів

Режим °С	M_p , кг/с	V_p , м ³ /кг	a	$V_{ам}$, м ³ /год	Марка насосу	К- сть	Подача, м ³ /с	Напір, м
-10	0,065	0,00169	20	0,0021	1ЦГ12,5/50-4- 2(5)	2	0,0035	50
-30	0,041	0,00169	20	0,0014	ЦГ6,3/20-1,1- 2(5)	2	0,0018	20
-40	0,19	0,00169	20	0,0064	1ЦГ25/20-3-2(5)	2	0,0069	20

Підбір масловідокремлювача.

По діаметру загального нагнітального трубопроводу підбирається один загальний аміачний інерційний масловідокремлювач марки 80 М – таблиця 14.14([2] с. 135).

Технічна характеристика масловідокремлювача заноситься в таблицю 7.9.

Таблиця 7.9 Технічна характеристика масловідокремлювача

Марка	Розміри, мм			Місткіст ь, м ³	Маса, кг
	D x S	H	d ₁		
80 М	307 x 9	1351	80	0,08	139

Підбір маслозбірника.

Для випуску масла з масловідокремлювача та масловідстійників, всіх апаратів і випуску його на зовні підбирається один загальний маслозбірник марки 60МЗС.

Технічна характеристика маслозбірника заноситься в таблицю 7.10

Таблиця 7.10 Технічна характеристика маслозбірника

Марка	Розміри, мм			Місткіс ть, м ³	Маса, кг
	DxS	B	H		
60МЗС	325x9	480	810	0,06	85

8 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Розрухуємо внутрішній діаметр трубопровода на рідинній лінії при температурі кипіння -10°C .

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 0,5 \text{ м/с}$.

$$m = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{72,5}{1105} = 0,065 \text{ кг/с}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times m}{\pi \times \rho \times \omega}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,065}{3,14 \times 685 \times 0,5}} = 0,013 \text{ м} ;$$

Приймаємо $d_{\text{вн}} = 14,8 \text{ мм}$.

Розрахункова швидкість на зворотній лінії $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 0,9 \text{ м/с}$.

$$\rho = \frac{1}{v} = \frac{1}{0,3} = 3,3 \text{ кг/м}^3$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times m}{\pi \times \rho \times \omega}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,065}{3,14 \times 3,3 \times 0,9}} = 0,146 \text{ м} ;$$

Приймаємо $d_{\text{вн}} = 150 \text{ мм}$.

Розрухуємо внутрішній діаметр трубопровода на рідинній лінії при температурі кипіння -30°C .

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 0,5 \text{ м/с}$.

$$m = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{40,3}{1211} = 0,014 \text{ кг/с}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times m}{\pi \times \rho \times \omega}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,014}{3,14 \times 672,5 \times 0,5}} = 0,0072 \text{ м} ;$$

Приймаємо $d_{\text{вн}} = 10,8 \text{ мм}$.

Розрахункова швидкість на зворотній лінії $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 0,9 \text{ м/с}$.

					00.МР.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 69478 + 3110 = 72588 \text{ Па.}$$

Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -6°C .

зворотний клапан $\xi = 6$

вентиль запорний (1 шт.) $\xi = 0,5$

коліно 90° (4 шт.) $\xi = 5 \cdot 0,5 = 2,5$

фільтр рідинний $\xi = 6$

вентиль соленоїдний $\xi = 10$

вентиль регулюючий $\xi = 12$

$$\omega = 0,5 \text{ м/с};$$

$$Z = 37 \times \frac{647 \times 0,5^2}{2} = 2992 \text{ Па};$$

$$Re = \frac{\omega \times d_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{0,5 \times 0,01}{3,76 \times 10^{-7}} = 19073;$$

$$\lambda_{\text{мп}} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{0,01} + \frac{64}{19073} \right)^{0,25} = 0,153;$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 133 \text{ м}$:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R = \frac{0,153}{0,01} \times \frac{647 \times 0,5^2}{2} \times 133 = 111197 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 111197 + 2992 = 114189 \text{ Па.}$$

					00.MP.00014.2.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

9 АВТОМАТИЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Вступ.

Автоматизація роботи холодильних установок вирішується шляхом реалізації наступних функцій:

- автоматичне регулювання та контроль температурного режиму в холодильних камерах;
- керування та захист компресорів від аварійних режимів роботи;
- регулювання та контроль рівня аміаку в апаратах;
- керування насосами та компресорами;
- автоматичне видалення повітря із системи;
- аварійне відключення холодильної установки;
- світлова та звукова сигналізація стану роботи холодильної установки;
- дистанційне вимірювання контрольованих робочих параметрів.

У рамках проекту автоматизації холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 50 тонн на добу передбачається автоматичне регулювання холодопродуктивності для відповідності тепловим навантаженням.

Холодильна установка являє собою герметичну систему, що включає повітроохолоджувачі, поршневі компресорні агрегати, повітряний конденсатор, лінійний та циркуляційний ресивери, з'єднані трубопроводами. Робоче середовище системи — аміак, який є вибухонебезпечною та токсичною речовиною. Апарати та агрегати працюють під надлишковим тиском, що може призвести до витoku аміаку у разі аварійної ситуації.

Об'єктом автоматизації в цьому проекті є один із вузлів холодильної установки — циркуляційний ресивер і аміачні насоси.

Технічний опис

Схема обв'язки циркуляційного ресивера складається з таких компонентів:

- **Циркуляційний ресивер (ЦР);**
- **Аміачні насоси** (робочий і резервний);
- **Фільтруючі елементи (ФЕ)** перед регулюючим вентилям (РВ) і аміачними насосами (НА);

									Лист
									73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ				

- **Соленоїдний вентиль (СВ);**
- **Датчики рівня холодильного агента в циркуляційному ресивері (ЦР) і аміачних насосах (НА);**
- **Датчики температури та тиску.**

На циркуляційному ресивері встановлено манометр **МВТП 160-А** для контролю тиску, а також пружинний клапан для запобігання перевищенню робочого тиску в апараті.

Опис схеми автоматизації

Одним із ключових завдань автоматизації холодильних машин і агрегатів є забезпечення стабільного підтримання заданих вихідних параметрів. Це досягається шляхом регулювання холодопродуктивності машин і агрегатів. Основна мета регулювання — підтримувати необхідну температуру охолоджуваного об'єкта, яка може змінюватися через вплив внутрішніх і зовнішніх теплових навантажень.

Системи автоматизації вирішують низку завдань, пов'язаних з управлінням і роботою холодильної установки. Автоматичне регулювання параметрів роботи забезпечує:

- точне підтримання заданих характеристик, що мінімізує втрати продуктів у холодильних камерах;
- збереження якості продукції;
- зниження експлуатаційних витрат;
- продовження терміну служби обладнання через оптимальні режими експлуатації.

Крім того, автоматизація забезпечує захист від аварійних ситуацій. Використання автоматичних систем дозволяє зменшити витрати на енергоресурси й обслуговування, оскільки вони скорочують потребу у ручному регулюванні. Прилади автоматики швидко реагують на відхилення від нормальних умов, а за потреби вимикають установку для запобігання небезпечним ситуаціям.

До основних компонентів автоматизації холодильних установок входять:

					<i>00.MP.000142.001.003.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

10 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Опис схеми електропостачання

Електропостачання холодильника м'ясокомбінату здійснюється через два кабельні вводи СБП-6 3х150, підключені до системи Київенерго.

Система електропостачання включає наступні основні елементи:

1. **Трансформаторна підстанція.**
2. **Розподільчі низьковольтні та високовольтні пристрої.**
3. **Внутрішня розподільча електромережа підприємства.**

На стороні високої напруги трансформаторної підстанції встановлено:

- запобіжники,
- роз'єднувачі,
- вимірювальні трансформатори струму.

Внутрішня розподільча мережа холодильника проектується з використанням автоматичних вимикачів та запобіжників. Підключення до шаф комплектного розподільчого пристрою (КРПр) з напругою **0,4 кВ** здійснюється за допомогою силових кабелів.

Розподіл електроенергії для робочого освітлення проводиться при напрузі **380/220 В**, а для ремонтних робіт — із застосуванням трансформаторів зниження напруги до **220/12 В**, що підвищує електробезпеку.

Електроприймачі підприємства в основному відносяться до **2-ї категорії надійності електропостачання**. Постачання електроенергії здійснюється через трансформатор, розташований у приміщенні трансформаторної підстанції поруч із машинною залом.

Для забезпечення резервування використовується **двотрансформаторна схема електропостачання** із коефіцієнтом завантаження не більше **0,7**. Це дозволяє одночасно жити як основні електроприймачі, так і аварійно підключати один із трансформаторів у разі виходу іншого з ладу (наприклад, при аваріях або під час ревізії).

					00.МР.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

2	Робочий вентилятор відбір (2 шт.)	1680	285	0,7	5,5
3	Аварійний вентилятор відбір	2320	350	0,7	5,5

Розрахунок та вибір шафи розподільного пункту №1.

Розрахунок навантаження на шинах шафи розподільного пункту.

Значення середньої потужності за максимально навантаженою зміну :

$$P_{CM} = K_B \cdot P_H,$$

де K_B — коефіцієнт використання,

P_H — номінальна потужність.

Значення середньої реактивної потужності за максимально навантаженою зміну:

$$Q_{CM} = P_{CM} \cdot \operatorname{tg}\varphi.$$

Результати розрахунків зводимо до табл. 3.

Таблиця 3 Характеристики електричних приймачів РП-1.

№ п/п	Електроприймач	P_H , кВт	P_{CM} , кВт	Q_{CM} , кВар	K_B	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$
1	Насос аміачний 1ЦГ12,5/50-4-2	3	2,1	1,575	0,7	0,87	0,75
2	Насос аміачний 1ЦГ12,5/50-4-2	3	2,1	1,575	0,7	0,87	0,75
3	Насос аміачний ЦГ6,3/20-1,1-2	3	2,1	1,575	0,7	0,87	0,75
4	Насос аміачний ЦГ6,3/20-1,1-2	3	2,1	1,575	0,7	0,87	0,75
5	Насос аміачний 1ЦГ25/20-3-2	3	2,1	1,575	0,7	0,87	0,75
6	Насос аміачний 1ЦГ25/20-3-2	3	2,1	1,575	0,7	0,87	0,75
7	Вентилятор пов.ох. (22 шт)	4	2,8	1,59	0,7	0,87	0,57

$n_1 = 4$ од. – кількість повітроохолодників з трьома вентиляторами;

										Лист
										79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ					

$n_2 = 10$ од. – кількість повітроохолодників з двома вентиляторами;

$n_3 = 8$ од. – кількість повітроохолодників з чотирьма вентиляторами;

$n = n_1 + n_2 + n_3 = 4 + 10 + 8 = 22$ од.

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{H \max.}}{P_{H \min}} = \frac{4}{3} = 1,3$$

$K_u \approx 0,65$ - коефіцієнт використання.

Коефіцієнт максимуму:

$$K_M = f(n_e ; K_u) = 1,33$$

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_M \cdot \sum P_{cm} = 1,33 \cdot (2,1 \cdot 6 + 2,8 \cdot 30 + 2,8 \cdot 15 + 2,8 \cdot 5) = 203 \text{ кВт}$$

2) реактивної:

$$Q_p = 1,1 \cdot \sum Q_{cm} = 1,1 \cdot (1,575 \cdot 6 + 1,59 \cdot 50) = 97,18 \text{ квар}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = 225 \text{ кВА}$$

Коефіцієнт потужності РП:

0,89

Значення розрахункового і короткочасного струму: 340 А

Приймаємо шину ШРА – 400 , розраховану на: $I_n = 400$ А

Вибір шафи розподільчого пункту.

Вибираємо стандартну шафу типу ПР9131.

Встановлюємо в шафу вибране обладнання.

									Лист
									80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ				

Розрахунок та вибір шафи розподільного пункту №2.

Розрахунок навантаження на шинах шафи розподільного пункту.

Таблиця 4 Характеристики електричних приймачів РП-2.

№ п/п	Електроприймач	P _н , кВт	P _{см} , кВт	Q _{см} , кВар	K _в	cosφ	tgφ
1	Насос водяний K80-65-160a (2 шт.)	15	4,5	2,3	0,6	0,89	0,51
2	Компресор YORK SAB 110SM (2 шт.)	11	6,6*2	4,3	0,6	0,8	0,65
3	Компресор YORK TCMO 28 (2 шт.)	30	18*2	11,5	0,6	0,8	0,65
4	Компресор YORK TSMC 188 (2 шт.)	45	27*2	17,5	0,6	0,8	0,65

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{н \max}}{P_{н \min}} =$$

$$45/4=11,25$$

$K_u \approx 0,65$ - коефіцієнт використання.

Коефіцієнт максимуму:

$$K_M = f(n_c ; K_u) = 1,26$$

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_M \cdot \sum P_{см} = 1,26 \cdot (4,5 \cdot 6 + 2,4 \cdot 3 + 18 \cdot 2 + 6,6 \cdot 1 + 27 \cdot 3) = 198,5 \text{ кВт}$$

2) реактивної:

$$Q_p = 1,1 \cdot \sum Q_{см} = 1,1 \cdot (2,3 \cdot 6 + 1,8 \cdot 3 + 11,5 \cdot 2 + 4,3 \cdot 1 + 17,5 \cdot 3) = 108,9 \text{ квар}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = 226 \text{ кВА}$$

Коефіцієнт потужності РП:

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S_p} = 198,5/226=0,87$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_{рп} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U} = 342A$$

Приймаємо шину ШРА – 400 , розраховану на: $I_n=400 A$.

Вибір шафи розподільчого пункту.

Вибираємо стандартну шафу типу ПР9131.

Встановлюємо в шафу вибране обладнання.

Розрахунок та вибір шафи розподільного пункту №3.

Розрахунок навантаження на шинах шафи розподільного пункту.

Таблиця 5 Характеристики електричних приймачів РП-3.

№ п/п	Електроприймач	P_n , кВт	$P_{см}$, кВт	$Q_{см}$, кВар	K_B	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$
1	Робочий вентилятор притоку (2 од.)	7,5	4,5	2	0,6	0,91	0,456
2	Робочий вентилятор відбір (2 од.)	5,5	3,3	1,5	0,6	0,91	0,456
3	Аварійний вентилятор відбір	5,5	3,3	1,5	0,6	0,91	0,456

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{n \max}}{P_{n \min}} = 7,5/5,5=1,4$$

$K_u \approx 0,65$ - коефіцієнт використання.

Коефіцієнт максимуму:

$$K_M = f(n_e ; K_u) = 1,02$$

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_M * \sum P_{см} = 1,02 * (4,5 * 2 + 3,3 * 2 + 3,3) = 19,3 \text{ кВт}$$

					<i>00.MP.000142.001.003.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

2) реактивної:

$$Q_p = 1,1 \cdot \sum Q_{cm} = 1,1 (2 \cdot 2 + 1,5 \cdot 2 + 1,5) = 9,35 \text{кВар}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = 21,3 \text{кВА}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S_p} = 19,3/21,3 = 0,9$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_{рп} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U} = 32,3 \text{А}$$

Приймаємо шину ШРА – 250 , розраховану на: $I_n = 250 \text{ А}$.

Вибір шафи розподільчого пункту.

Вибираємо стандартну шафу типу ПР9131 .

Встановлюємо в шафу вибране обладнання.

Вибір кількості та розрахунок потужності трансформаторів для трансформаторної підстанції.

Для надійного і безперервного забезпечення приймачів I та II категорії вибрано двотрансформаторну підстанцію. При виході з ладу одного трансформатора, включається в роботу другий трансформатор, що знаходиться у резерві. Така схема забезпечує надійне живлення всіх споживачів. Потужність силових трансформаторів вибрана з умов:

- а) економічного, доцільного режиму роботи;
- б) необхідного забезпечення резервування живлення споживачів з урахуванням допустимих перевантажень трансформаторів:

$$K_T = 1,15 < 1,4.$$

Номінальна потужність трансформаторів вибрана за розрахунками максимумом навантаження S_p . Згідно ПУЕ номінальна потужність трансформатора вибрана не більше, ніж 0,75 від прогнозованого максимуму навантаження, тобто $K_1 = 0.75$.

Величина допустимого перевантаження $K_2(t) = 1,1$.

де $t = 12 \text{ год/добу., кВт}$

					<i>00.MP.000142.001.003.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Умови вибору:

$$S_H \geq S_p / (\beta_u(t) * K_1)$$

де S_p - розрахункова потужність трансформатора, $\beta_{u(t)} = K_2$.

Назва РП та індивідуальних приймачів	P_H , кВт	P_{CM} , кВт	Q_{CM} , квар	$tg\varphi$	$cos\varphi$	K_B	S , кВА	I_H , А
РП1	218	152,6	99,2	0,65	0,89	0,7	225	340
РП2	263	157,8	89,5	0,57	0,87	0,6	226	342
РП3	31,5	18,9	8,8	0,46	0,9	0,6	21,3	32,3
Освітлення	11	6,6	6,7	1,02	0,7	0,6	2,04	3,09

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{H \max}}{P_{H \min}} = 263/11 = 23,9$$

$K_u \approx 0,65$ - коефіцієнт використання.

Коефіцієнт максимуму:

$$K_M = f(n_e; K_u) = 1,33$$

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_M * \sum P_{CM} = 1,33 * (152,6 + 157,8 + 18,9 + 6,6) = 446 \text{ кВт}$$

2) реактивної:

$$Q_p = 1,1 * \sum Q_{CM} = 1,1 * (99,2 + 89,5 + 8,8 + 6,7) = 225 \text{ квар}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = 499,3 \text{ кВА}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$cos \varphi = \frac{P_p}{S_p} = 446/499,3 = 0,89$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_{рп} = \frac{S_p}{\sqrt{3} * U} = 756 \text{ А}$$

$$S_H \geq 499,3 / (1,1 * 0,75) = 605 \text{ кВА}$$

До встановлення приймаємо 2 трансформатори типу ТМ-630/10.

Параметри встановлених трансформаторів зводимо в табл. 7.

									Лист
									84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ				

**Технічні параметри для трансформатора силового масляного загального
призначення двообмоткового для ТП .**

Тип трансформатора	U _к , %	Втрати, кВт		Повна маса ,кг	Габарити ,мм		
		P _{хх}	P _к		Н	L	В
ТМ 630/10	5,5	1,25	7,6	2030	1790	1400	1000

Розрахунок та вибір низьковольтного обладнання

Вибір магнітних пускачів

Магнітні пускачі вибирають і застосовують для дистанційної управління електричними приймачами різної потужності. Їх використовують на пультах управління або безпосередньо біля двигунів.

Для захисту електричних двигунів від режимів перевантаження в магнітних пускачах встановлено теплове реле захисту.

Магнітні пускачі вибираються з умов:

1. $I_{МП} > I_{н.дв.}$
2. $U_{МП} = U_{н.дв.}$
3. $I_{спр.т.р.} > 1,1 I_M$

де $I_{МП}$ і $I_{н.}$ - номінальний струм машин,

$I_{спр.т.р.}$ - струм спрацьовування теплового реле.

№ п/п	Найменування обладнання	I _н , А	1,1*I _н , А	МП		Теплове реле	
				Тип	I _н , А	Тип	I _н , А
1	Компресор YORK SAB 110SM (2 шт.)	9	9,9	ПМЛ-2110	25	РТЛ-1012	14,0

Розрахунок та вибір автоматичних повітряних вимикачів

Автоматичні повітряні вимикачі (автомати) застосовують і для захисту мереж електричних приймачів від пошкоджень, які вимикають під впливом струму, що перевищує допустимі значення, в тому числі струмів КЗ.

Вони виробляються з електромагнітними і комбінованими роз'єднувачами. Вибір автоматів виконується згідно умов:

1. $I_{н.а.} > I_{л.}$;
2. $U_{н.а.} > U_{л.}$;
3. $\sum I_{с.р.} > 1,25 \cdot I_{пуск}$ – доля ланцюгів з одним двигуном,
4. $I_{т.р.} > \beta \cdot I_{н.}$,

де $I_{н.а.}$ і $U_{н.а.}$ - номінальний струм і напруга автоматів,

$I_{л.}$ і $U_{л.}$ - струм і напруга лінії,

$I_{с.р.}$ - струм спрацювання роз'єднувача,

$I_{пуск}$ - пусковий струм двигуна;

$I_{т.р.}$ - струм спрацювання теплового роз'єднувача.

Результати виборів автоматичних повітряних вимикачів зводимо в табл.9.

Технічні характеристики автоматичних вимикачів.

Таблиця 9.

№	Найменування обладнання	Тип	$I_{н.}$, А	$I_{пуск}$, А	1,25* $I_{пуск}$, А	Автомати	
						$I_{н.}$, А	$I_{с.р.}$
1	Компресор YORK SAB 110SM (2 шт.)	A3710Б	9	19	23,75	400	32
2	Компресор YORK ТСМО 28 (2 шт.)	A3710Б	10	43	53,75	400	32
3	Компресор YORK TSMC 188 (2 шт.)	A3710Б	18	64	80	400	32
4	Конденсатор ЭКА 400	A3710Б	19	124	155	400	32

Висновок

В дипломному проекті вирішено локальні задачі розрахунку елементів зовнішньої та внутрішньоцехової розподільчої мережі машинної зали ХУ – окремої ділянки в системі електропостачання підприємства. Всі розрахунки і вибір низьковольтного обладнання (магнітних пускачів, автоматичних масляних або повітряних вимикачів, шаф для цехового РП; увідної, лінійної шаф для розподільчого пристрою трансформаторної підстанції РПр – 0,4 кВ) було проведено після визначення потужності двигунів допоміжного електрообладнання ХУ визначення розрахункових навантажень на шинах РП і РПр ТП. Останнє дозволило визначити потужність трансформаторів.

					00.МР.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

11 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

11.1 Розрахунок планового річного виробітку холоду

Річний виробіток холоду або виробнича програма компресорного цеху визначає необхідну кількість холоду, що потрібна для обробки продуктів, теплопередачі, вентиляції та виробництва різної продукції в основних цехах холодильника.

Розрахунок проводиться на основі даних теплового розрахунку курсового проекту. Оскільки камери зазвичай групуються за різними температурами кипіння, виробіток холоду спочатку розраховується окремо для кожної групи, а потім результати сумуються після переведення в стандартні умови.

Навантаження враховується на компресор. Враховуючи, що витрати енергії на виробництво холоду при різних температурах кипіння неоднакові, ці витрати перераховуються до умовної величини – енергопотужності – 1000 кДж.

Виробіток холоду в стандартних умовах визначається за формулою:

$$Q_{ст} = \sum Q_{роб} \cdot K_{п} \cdot 19440000, \text{ тис кДж,}$$

де:

- $Q_{роб}$ – розрахунковий виробіток холоду в робочих умовах;
- $K_{п}$ – коефіцієнт переходу з робочих умов у стандартні;
- 19440000 – кількість секунд в році (тривалість роботи компресора).

Значення коефіцієнта переходу ($K_{п}$) в стандартні умови можна прийняти за даними Діпрохолоду, залежно від температури кипіння.

					00.МР.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

Таблиця 11 Перехідний коефіцієнт в стандартні умови

Температура кипіння, °C	-45	-40	-35	-33	-30	-28	-14	-12	-10
Коефіцієнт переводу, Кп	3,5	2,9	2,24	2,0	1,8	1,5	1,4	0,85	0,76

Всі розрахунки зводяться в таблицю 11.1

Таблиця 11.1 Річний виробіток холоду в стандартних умовах

T _{кип} , °C	Витрати холоду кВт в год., Q _{роб.год.}		Коефіцієнт переводу в стандартні умови, Кп	Витрата холоду в стандартних умовах в год (Q _{ст.год}), кВт	Всього холоду в рік стандартних умовах Q _{ст} (тис.кДж)
	Без витрат	З витратами			
1	2	3	4	5	6
-10	72,519	84,606	0,76	64,30	1249992
-30	40,399	54,033	1,8	97,25	1890540
-40	194,612	237,859	2,9	689,79	13409517
Всього:				851,34	16550049

Як свідчать дані таблиці річний виробіток холоду в стандартних умовах становить 16550049 тис. кДж.

Для визначення вартості обладнання необхідно скласти специфікацію обладнання. Ціни на холодильне обладнання приймаються по прейскуранту.

При розрахунку вартості обладнання приймаємо 10-15% від сумарної вартості - інше обладнання, транспортні витрати - 7% і вартість монтажних робіт 15-20% від вартості обладнання.

Розрахунок вартості обладнання зводяться в таблицю 11.2

Таблиця 11.2 Розрахунок вартості обладнання.

Найменування обладнання	Тип, марка	К-сть	Ціна за одиницю	Сума, грн.
Агрегат одноступеневий	SAB 110SM	2	270000	540000
Агрегат двоступеневий	ТСМО 28	2	300000	600000
Агрегат двоступеневий	TSMC 188	2	350000	700000
Конденсатор	ЭКА 400	2	100000	200000
Ресивер циркуляційний	1,5 РДВ	2	25000	50000
Ресивер компаундний	1,5 РДВ	1	25000	25000
Ресивер лінійний	1,5 РД	1	24000	24000
Ресивер дренажний	1,5 РД	1	10000	10000
Масловідокремлювач	80 М	1	10000	10000
Маслозбірник	60 МЗС	1	8000	8000
Насоси водяні	К80-65-160а	4	8000	32000
Насоси аміачні	1ЦГ12,5/50-4-2(5)	2	8000	16000
Насоси аміачні	ЦГ6,3/20-1,1-2(5)	2	9000	18000
Насоси аміачні	1ЦГ25/20-3-2(5)	2	10000	20000
Повітроохолоджувач	GHS 071E/28	3	35000	105000
Повітроохолоджувач	GHS 081E/28	1	30000	30000
Повітроохолоджувач	GHS 051E/28	2	28000	56000
Повітроохолоджувач	GHS 041D/18	9	26000	234000
Повітроохолоджувач	GHS 051C/18	2	30000	60000
Повітроохолоджувач	GHS 046C/18	4	29000	116000
Повітроохолоджувач	GHS 046D/18	1	30000	30000

Загальна вартість обладнання складає 2915000 грн.

Вартість іншого обладнання визначається за формулою:

$$C_{\text{інш}} = C \cdot 9,1 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{інш}} = 2915000 \cdot 9,1 = 26526500 \text{ грн.}$$

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

$$C_p = C + C_{\text{інш}}, \text{ грн.}$$

$$C_p = 26526500 + 2915000 = 32065000, \text{ грн.}$$

Де 1,07 - коефіцієнт, який враховує транспортні витрати.

C_p - розрахункова вартість обладнання.

0,15 - 0,2 - коефіцієнт, який враховує витрати на монтаж обладнання.

$$C_{\text{обл}} = 1,07 \cdot 3206500 + 0,2 \cdot 3206500 = 40722550, \text{ грн.}$$

Початкова вартість будівлі цеху визначається по укрупнених показниках за формулою:

$$V_{\text{буд}} = H \cdot S, \text{ м}^3$$

$$C_{\text{буд}} = V_{\text{буд}} \cdot Z_{\text{б}}, \text{ грн.}$$

де $V_{\text{буд}}$ - об'єм будівлі компресорного цеху, м^3

$Z_{\text{б}}$ - питома вартість 1 м^3 будівлі без обладнання, грн.

H - висота компресорного цеху, м

$F_{\text{цеху}}$ - будівельна площа, включаючи всі допоміжні приміщення, м^2

$$V_{\text{буд}} = 6 \cdot 360 = 2160, \text{ м}^3$$

$$C_{\text{буд}} = 2160 \cdot 1200 = 2592000, \text{ грн.}$$

Капітальні витрати по компресорному цеху дорівнюють сумі витрат на будівництво споруди і початковій вартості обладнання.

$$K_B = C_{\text{обл.}} + C_{\text{буд}}, \text{ грн.}$$

$$K_B = 4072255 + 2592000 = 6664255, \text{ грн.}$$

Загальна сума капіталовкладень становить 6664255 грн.

Нормативи чисельності персоналу компресорного цеху при сумарній холодопродуктивності 1700 кВт і більше передбачають посаду начальника цеху.

Число змінних механізмів залежить від конкретних умов кожного підприємства.

При сумарній холодопродуктивності встановленій КМ до

1700 кВт - 1 механік.

1700 - 5000 кВт - 2 механіка.

більше 5000 кВт - 4 змінних механіка.

										Лист
										94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ					

Чисельність машиністів і слюсарів залежить від ступеня автоматизації холодильних установок, кількості одночасно працюючих компресорів і їх годинної сумарної холодопродуктивності.

Чисельність працюючих машиністів і слюсарів-наладчиків компресорного цеху N_p визначається за формулою:

$$N_p = \sum_{i=1}^{i=5} N_{pj}$$

де N_{pj} - розрахунковий норматив чисельності робочих по кожній холодильних компресорів,

$$N_{pj} = N_{pi} \cdot n_i \cdot K$$

де N_{pi} - норматив чисельності на один компресор даної групи

n_j - кількість компресорів даного типу в групі;

K - поправочний коефіцієнт зниження норм чисельності в залежності від кількості компресорів в групі:

Елемент часу	Кількість днів, годин
1	2
1. Календарний фонд на рік	365
кількість неробочих днів	114
в т. ч. вихідні	104
святкові	10
2. Номінальний фонд робочого часу	251
заплановані невиходи	29
в т. ч. відпустка чергова і додаткова	24
хвороби	2
навчання	1
виконання суспільних і державних обов'язків	2
3. Ефективний фонд робочого часу, днів	222
Втрати робочого часу за зміну, год.	0,05
Середня тривалість робочого дня	7,95
Ефект, фонд роб. часу в год	1764,9

Таблиця 11.4 Розрахунок чисельності машиністів

Марка, тип компресора, номер групи	Число компресорів в групі одиниць	Норма чисельності, чол./од	Число змін за добу	Коефіцієнт числа змін роботи	Коефіцієнт числа компресорів в	Наявна чисельність на добу		Коефіцієнт спускового складу	Спискова чисельність робочих, чол.	
						розрахункова	Прийнята		розрахункова	прийнята
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SAB 110SM	2	1,02	3	1	0,8	1,63	1	1,14	1,14	2
TСМО 28	2	1,02	3	1	0,8	1,63	2	1,14	2,28	2
TSMC 188	2	1,04	3	1	0,8	1,66	2	1,14	2,28	2
Всього:						4,89	5		5,7	6

Приймаємо 6 машиністів.

Таблиця 11.5 Розрахунок чисельності слюсарів

Марка, тип компресора, номер групи	Число компресорів в групі одиниць	Норма чисельності, чол./од	Наявна чисельність на добу		Коефіцієнт спускового складу	Спискова чисельність робочих, чол.	
			розрахункова	прийнята		Розрахункова	прийнята
1	2	3	4	5	6	7	8
SAB 110SM	2	0,2	0,4	1	1,14	1,14	1
TСМО 28	2	0,2	0,4				1
TSMC 188	2	0,24	0,48	1	1,14	1,14	1
Всього:			1,28	2		2,28	3

Приймаємо 3 слюсарів.

Норматив чисельності чергових електриків 0,8 чол. на зміну.

Чисельник чергових електриків:

$$Ч_{\text{сл}} = 0,8 \cdot (1 - 3) \cdot К_{\text{сп}}, \text{чол.}$$

$$Ч_{\text{сл}} = 0,8 \cdot 3 \cdot 1,14 = 2,74$$

Приймаємо 3 електриків.

Фонд заробітної плати робітників компресорного цеху складається з оплат по тарифних ставках, доплат по преміальній системі, за роботу в нічні години, святкові дні, додаткової заробітної плати.

Розрахунок фонду оплати праці робітників зводимо в таблицю 11.6

Таблиця 11.6 Розрахунок фонду оплати праці

Назва професії	Планова чисельність, чол.	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Баланс робочого часу, год/рік	Тарифний фонд ЗП, грн.	Доплати, грн.			Основні фонди ЗП, грн.	Додаткова ЗП, грн.	Загальний фонд ЗП, грн
						Премії (25-30%)	За роботу в нічні години і святкові дні	І того доплат, грн.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
М	3	5	11,41	1764,9	62336,3	18123,8	12467,3	31168,2	93504,5	7480,4	100984,9
М	3	6	13,25	1764,9	93539,7	28061,9	18707,9	46769,8	140309,5	11224,8	151534,3
С	3	5	11,41	1764,9	62336,3	18123,8	12467,3	30206,3	93504,5	7480,4	100984,9
Е	3	6	13,25	1764,9	93539,7	28061,9	18707,9	46769,8	140309,5	11224,8	151534,3
Всього	14										505038,4

Загальний фонд оплати праці виробничих працівників складає 505038,4 грн.

Середньомісячна заробітна плата одного робітника визначається діленням загального фонду зарплати (ФЗП) на спискову чисельність Чсп і на 12 міс.

$$ЗП_{ср.міс.} = \frac{\Phi ЗП}{Ч_{сп} \cdot 12}, \text{ грн.}$$

$$ЗП_{ср.міс.} = \frac{505038.4}{12 \cdot 12} = 3507,2 \text{ грн.}$$

Цеховий персонал - 1 чол. Оклад – 4007,2 грн.

В закінчення розділу складається звітна таблиця по праці і заробітній платі (таблиця 11.7)

Таблиця 11.7 Зведена таблиця заробітної плати

№ п/п	Склад персоналу	Чисельність по плану	Річний фонд оплати праці, грн.	Середньомісячна заробітна плата
1	Промислові робітники	12	505038,4	3507,2
2	Цеховий персонал	1	42087	4007,2
Всього:		13	547125,4	3757,2

Річний фонд оплати праці складає 547125,4 грн., середньомісячна заробітна плата складає 3507,2 грн.

11.4.1 Розрахунок витрат на холодильний агент

Ці витрати знаходяться в прямій залежності від встановленої річної(стандартної) холодопродуктивності компресорів і розраховується за формулою:

$$P_{x/a} = C_{x/a} \cdot N_b \cdot Q_{ст.р.} \cdot 1,7, \text{ грн.}$$

де : $C_{x/a}$ - ціна 1 кг аміаку;

$Q_{ст.р.}$ - стандартний річний виробіток холоду;

1,7 - коефіцієнт, який враховує втрати холоду при ремонтних роботах;

N_b - норма витрати x/a , кг/кВт.

$$P_{x/a} = 15 \cdot 3,1 \cdot 1439,4 \cdot 1,7 = 113785 \text{ грн.}$$

13.4.2 Розрахунок витрат на мастильні матеріали.

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

Ці витрати розраховуються за формулою:

$$P_{\text{мас}} = C_{\text{мас}} \cdot N_p \cdot t, \text{ грн.}$$

де : $C_{\text{мас}}$ - ціна 1 кг мастильного масла;

N_p - норма витрат змазки в кг на 1 год. роботи обладнання, машин (за технічними характеристиками);

t - тривалість роботи обладнання в році.

Розрахунок заносимо в таблицю 11.8.

Таблиця 11.8 Розрахунок витрат мастильних матеріалів

Марка обладнання	К-сть	Тривалість роботи	Вид змазки	Норми витрат	Потреба на рік	Ціна 1 кг	Сума, грн.
SAB 110SM	2	5400	ХА-30	0,1	1080	18	19440
ТСМО 28	2	5400	ХА-30	0,1	1080	18	19440
TSMC 188	2	5400	ХА-30	0,1	1080	18	19440
Електродрв.	40	3000	СУ	0,001	159	10	1590
Насоси водяні	4	3000	СУ	0,003	36	10	360
Всього:							60270

11.4.3 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок витрат на силову електроенергію для привода компресорів,насосів, вентиляторів, встановлених на основному холодильному обладнанні розраховуються за формулою:

$$P_{\text{ел}} = C_{\text{ел.ен}} \cdot P \cdot t \cdot K_c \cdot N_{\text{ел.дв}}, \text{ грн}$$

де : $C_{\text{ел.ен}}$ - ціна за 1 кВт/год електроенергії,грн;

P - число електродвигунів;

t - тривалість роботи при максимальній потужності, год;

K_c - коефіцієнт попиту електроенергії;

$N_{\text{ел.дв}}$ - потужність електродвигунів.

Розрахунок заносимо в таблицю 11.9

Таблиця 11.9 Розрахунок витрат електроенергії

Назва обладнання	Кількість	Сумарна потужність електродв., кВт	Тривалість роботи за рік	Коефіцієнт попиту	Річна потреба	Ціна 1 кВт	Сума,, грн
SAB 110SM	2	18	5400	0,7	136080	1,8	244944
TСМО 28	2	16	5400	0,7	120960	1,8	217728
TSMC 188	2	17	5400	0,7	128520	1,8	231336
Електро-двигуни	53	1,5	3000	0,5	119250	1,8	429300
Насоси аміачні	6	5	3000	0,7	63000	1,8	113400
Насоси водні	4	3	3000	0,7	25200	1,8	45360
Всього:					593010		1282068

11.4.4 Розрахунок витрат на воду виробничу.

Ці витрати розраховуються тільки при використанні водопровідної води. Витрати води на охолодження компресорів і конденсаторів враховуються в розмірі втрат на охолоджуючому обладнанні (при використанні оберненого водопостачання). Втрати складають в % від витрат водопровідної води:

- Середня зона - 8
- Південна зона - 10
- Північна зона - 5

Річну потребу води можна розрахувати за формулою:

$$W = q_v \cdot Q_{ст}, \text{ м}^3/\text{рік}$$

де : q_v - питомі витрати води

$Q_{ст}$ - приведений виробіток холоду, тис. кДж

$$W = 0,0014 \cdot 16550049 = 23170 \text{ м}^3$$

Витрати (W') води розраховуються в % від W

$$W' = W \cdot (0,05-0,1), \text{ м}^3/\text{год}$$

де: W - втрати води за рік, м^3

0,05-0,1 - коефіцієнт, враховуючий обернене водопостачання.

$$W' = 0,08 \cdot 23170 = 1853,6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Вартість води визначається за формулою:

$$B_v = W \cdot C_v, \text{ грн.}$$

де: C_v - ціна за 1 м^3 води (залежить від місцевих умов), грн.

$$B_v = 1853,6 \cdot 10 = 18536 \text{ грн.}$$

11.4.5 Розрахунок заробітної плати виробничого персоналу.

Заробітна плата виробничого персоналу складає 464038,5 грн.

11.4.6 Розрахунок нарахувань на заробітну плату.

Нарахування на заробітну плату становлять 37,18%

$$H_b = 464038,5 \cdot 0,3718 = 172529,5 \text{ грн.}$$

11.4.7 Розрахунок цехових витрат

Цехові витрати пов'язані з управлінням і обслуговуванням цеху.

Розробляється кошторис, який складається з наступних витрат.

										Лист
										101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.000142.001.003.ПЗ					

11.4.7.6 Витрати по раціоналізації і винахідництво

Ці витрати визначаються орієнтовно в залежності від місткості проектного холодильника. Приймаємо 4000 грн.

11.4.7.7 Зношення малоцінного і швидкозношуючого інвентарю.

Приймається в розмірі 1% від початкової вартості обладнання.

$$A_{\text{мп}} = C_{\text{обл}} \cdot 0,01, \text{ грн.}$$

$$A_{\text{мп}} = 4072255 \cdot 0,01 = 40723 \text{ грн.}$$

11.4.7.8 Витрати по охороні праці і техніки безпеки.

Суму витрат на охорону праці і техніку безпеку можна обчислити, в розмірі 3% від річного фонду ЗП.

$$407230 \cdot 0,03 = 12210,7 \text{ грн.}$$

11.4.7.9 Розрахунок інших цехових витрат.

Інші цехові витрати 2000-5000 грн. за рік.

Приймаємо 3000 грн.

Розрахунки по статтях 11.4.7.1-11.4.7.9 складають кошторис витрат цехів.

					00.МР.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

Таблиця 11.10 Кошторис цехових витрат.

№ п/п	Елементи витрат	Сума, грн
1	ЗП цехового персоналу	42087
2	Відрахування на соціальні потреби	14377,4
3	Утримання цеху	199928
4	Амортизація обладнання	610838
5	Амортизація будівель	129600
6	Поточний ремонт	354317
7	Раціоналізація і винахідництво	4000
8	Зношування малоцінного інвентаря	40723
9	Охорона праці і техніки безпеки	12210,7
10	Інші цехові витрати	3000
Всього витрат по цеху		1411081,1

Дані таблиці свідчать, що цехові витрати становлять 1411081,1 грн.

приміщення з постійними робочими місцями, а також побутові чи допоміжні приміщення.

У машинному відділенні є два виходи на зовні та один у службові, побутові та допоміжні приміщення. Двері відкриваються у напрямку до виходу і не ведуть безпосередньо у виробничі приміщення або до коридорів та сходових майданчиків, що з ними з'єднані. Висота машинного відділення від підлоги до нижньої частини несучих конструкцій покриття складає 6 м, а висота підвіконь – 1,2 м.

У машинному відділенні розміщено два гвинтових компресори (SAB 110SM) та чотири поршневі (TCMO28, TSMC 188). Відстань між виступаючими частинами компресорів і стіною становить 1000 мм.

Підлога відділення рівна та неслизька. Непрохідні канали та люки закриваються знімними металевими рифленими листами, що знаходяться на рівні підлоги. Стіни, стеля, холодильне обладнання та трубопроводи пофарбовані відповідно до чинних нормативів для фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

Циркуляційні ресивери встановлені в прямку, який огорожений та оснащений драбинами з обох боків. Прямок та драбини мають поручні висотою 1,1 м.

Параметри повітря в машинному відділенні та ПУ повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”.

У холодний період року мікроклімат в компресорному цеху має бути в таких межах:

- температура повітря – 18-20°C;
- швидкість повітря – до 0,2 м/с;
- відносна вологість повітря – до 75%.

У теплий період року:

- температура повітря – 22-24°C;

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

- швидкість повітря – до 0,3 м/с;
- відносна вологість повітря – до 60%.

Забезпечення досягнення вказаних параметрів реалізується за допомогою механічної припливно-витяжної вентиляції з обміном повітря в теплий період року та підігрівом повітря в зимовий період. В машинному відділенні передбачено системи повітряного опалення, поєднані з припливною вентиляцією, без рециркуляції повітря. Кратність повітрообміну: приток — 2 обсяги, витяжка — на 1 обсяг більше за приток. Повітря виводиться в атмосферу без попереднього очищення. Для побутових приміщень при машинному відділенні передбачено окрему систему вентиляції. Вентилятори припливно-витяжного типу машинного відділення мають іскробезпечне виконання, а їхні електродвигуни — вибухозахищені.

Вентиляція пульта керування та КВП є механічною припливною і не пов'язана з вентиляцією машинного відділення.

Норми шуму на робочих місцях регламентуються відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 "Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку". Допустимий рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати встановлені норми: в машинному відділенні — 78-80 дБ, на пульті керування — 50-55 дБ. Персонал працює в звукоізованих приміщеннях та забезпечений звукоізолюючими навушниками. Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати передбачених ДСН 3.3.6.039-99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації", в компресорному цеху - 85...88 дБ, на ПУ - 75...77 дБ.

Компресори встановлені на спеціальних фундаментних плитах, відокремлених від несучих конструкцій будівлі машинного відділення. Для зменшення впливу вібрації, що викликається роботою компресорів, додержуються таких умов: трубопроводи, що приєднуються до машини, не жорстко кріпляться до конструкцій будинку; при необхідності застосування жорстких кріплень передбачено відповідні компенсуючі пристрої;

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

трубопроводи, що з'єднують компресори з устаткуванням, мають достатню гнучкість, що компенсує деформації.

Ось покращена і перефразована версія тексту:

До обслуговування холодильних установок допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд та мають сертифікат про закінчення спеціалізованого навчального закладу або курсів:

- для машиністів – по експлуатації холодильних установок;
- для слюсарів по КВП і автоматиці – по автоматизації холодильних установок.

Машиністи допускаються до самостійного обслуговування холодильних установок лише після стажування тривалістю не менше 1 місяця, під час якого вони набувають навичок обслуговування конкретної установки та підтримання її нормального функціонування. Після стажування проводиться перевірка знань.

Холодильна установка обслуговується двома машиністами за зміну.

Інструктаж з охорони праці є обов'язковим для всіх працівників, які прийшли на роботу або працюють, незалежно від їхнього стажу та кваліфікації.

Персонал, що працює у виробничих приміщеннях, де встановлено технологічне обладнання з прямим кипінням аміаку, проходить інструктаж з охорони праці, що стосується застосування аміачної системи безпосереднього охолодження. Інструктаж проводить начальник цеху, де експлуатується таке обладнання.

Перевірка знань персоналом інструкцій щодо обслуговування холодильної установки, техніки безпеки, експлуатації обладнання та надання першої медичної допомоги здійснюється не рідше одного разу на рік комісією, що складається з фахівців з холодильної техніки, електротехніки та автоматизації.

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		108

Перевірка знань з техніки безпеки для керівників та інженерно-технічних працівників проводиться відповідно до "Положення про порядок перевірки знань правил і норм охорони праці" раз на три роки.

Для підвищення безпеки експлуатації холодильних установок посудини, що працюють під високим тиском (КД, ЛР), розташовуються на відстані 7 м від машинного відділення.

У машинному відділенні встановлено сигналізатор концентрації аміаку в повітрі ДОЗОР-2-АМІАК-500-1500-Т, який включає світлову та звукову сигналізацію, сирену типу ПВ-СС, аварійну вентиляцію і освітлення при досягненні концентрації аміаку 1500 мг/м³ (0,21%). Також на табло поблизу входу в машинне відділення виводиться попередження про загазованість приміщення.

Для екстреного відключення електроживлення всього обладнання холодильного агрегату та робочого освітлення на стіні машинного відділення встановлено кнопки загального аварійного відключення: одна — біля робочого входу, інша — біля запасного виходу.

У машинному відділенні наявна аптечка, яка містить: 1-2% розчин лимонної кислоти; 2-4% розчин борної кислоти; 1% розчин новокаїну; кодеїн; марлеві салфетки; етиловий спирт; бинти; вата; мазь Вишневського; йод.

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

13 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Розробка інструкції чергового диспетчера м'ясокомбінату продуктивністю 50т/добу у м. Біла Церква на випадок аварії з викидом СДОР

Підприємства харчової промисловості використовують СДОР у значних обсягах у своїх технологічних процесах. СДОР — це хімічні сполуки, які в концентраціях, що перевищують гранично допустимі (ГДК), можуть завдати шкоди людині, сільськогосподарським тваринам, культурним рослинам, викликаючи різноманітні ураження, в тому числі й смертельні. Зважаючи на це, важливо заздалегідь прогнозувати потенційне забруднення СДОР навколишнього середовища під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО) та розробляти заходи для захисту виробничого персоналу і населення від шкідливого впливу цих речовин. У межах даного проекту пропонується розробка інструкції для чергового диспетчера на випадок аварії, що включає викид СДОР, заходи захисту для персоналу, а також сили та засоби для ліквідації наслідків аварії. Ці елементи є складовими частинами плану захисту персоналу від СДОР на підприємстві.

13.1. Дії чергового диспетчера по прогнозуванню хімічного зараження.

Після вступу в чергування черговий диспетчер уточнює метеорологічні умови, зокрема температуру повітря (°C), швидкість вітру в навіолоземному шарі (м/с), а також визначає ступінь вертикальної стійкості повітря за допомогою графіків (додаток №6). Для цього диспетчер отримує інформацію від дистанційної метеорологічної станції щодо напрямку та швидкості вітру, а також визначає хмарність і знімає показники температури повітря.

У разі отримання інформації про аварію з викидом (виливом) СДОР, черговий диспетчер хімічно небезпечного об'єкта зобов'язаний:

- Уточнити вид і кількість викинутого СДОР, а також характер їх розливу на підстилаючій поверхні («вільно», «у піддоні», «у обвалуванні»).

									Лист
									110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.МР.000142.001.003.ПЗ				

• Враховуючи ступінь вертикальної стійкості повітря, швидкість вітру, температуру повітря та відомості про кількість викинутого СДОР, визначити глибину зони зараження за допомогою заздалегідь розрахованих таблиць, згідно з «Методикою прогнозування масштабів зараження СДОР при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах та транспорті». Якщо кількість викинутого СДОР невідома, приймається вміст максимальної за об'ємом ємності (технологічної, складської, транспортної тощо), а для сейсмічно небезпечних зон – загальний запас СДОР на об'єкті (для випадку землетрусу).

• Терміново здійснити прогнозування масштабів зараження, наносячи глибину зони зараження на план (схему) об'єкта та визначити цехи, підприємства, установи, організації, житловий сектор, які потрапляють у зону зараження в межах санітарно-захисної зони об'єкта, а також здійснити оповіщення згідно з встановленою схемою.

Інформацію про хімічну обстановку диспетчер доповідає керівному складу цивільного захисту об'єкта та оперативному черговому відділу з питань надзвичайних ситуацій і цивільного захисту міста Біла Церква, а також черговому міському відділу (управління) внутрішніх справ МВС України.

Прогноз хімічного зараження уточнюється за даними розвідки, на основі яких приймаються відповідні розпорядження.

13.2. Дії чергового диспетчера по оповіщенню персоналу об'єкту, а також керівників підприємств, установ, організацій та людей, які знаходяться у межах санітарно-захисної зони об'єкту.

Залежно від масштабу аварії на хімічно небезпечному об'єкті та прогнозу глибини зони зараження СДОР, оповіщення здійснюється за двома сценаріями:

1. У разі аварії, масштаби якої обмежуються межами санітарно-захисної зони об'єкта**, оповіщуються чергові зміни аварійних служб (газорятувальної, протипожежної, медичної), воєнізована охорона, цехи, що потрапляють до зони хімічного зараження, керівний склад та штаб цивільної оборони об'єкта, а також керівники підприємств, установ, організацій і населення в межах санітарно-захисної зони. Оповіщення здійснюється черговим диспетчером

через об'єктову систему оповіщення з використанням гучномовців та електросирен. Про аварію диспетчер доповідає оперативному черговому відділу (управлінню) з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту міста Біла Церква.

2. У разі аварії, масштаби якої виходять за межі санітарно-захисної зони об'єкта**, черговий диспетчер передусім оповіщає чергові зміни аварійних служб (газорятувальної, протипожежної, медичної), цехи, що потрапляють до зони хімічного зараження, керівний склад та штаб ЦЗ об'єкта, а також органи державної адміністрації та оперативного чергового відділу з питань надзвичайних ситуацій і цивільного захисту населення міста Полтава. Окрім того, черговий міського відділу (управління) внутрішніх справ МВС України сповіщає підприємства, установи, організації (зокрема дитячі заклади та школи) та населення, що знаходяться поза межами санітарно-захисної зони об'єкта.

Текст звернення до персоналу та населення, що потрапляє в зону хімічного зараження, має бути розроблений заздалегідь і затверджений начальником цивільного захисту міста. Приклад такого тексту наведений в додатку № 5. Для привертання уваги персоналу об'єкта та населення до інформації про аварію на хімічно небезпечному об'єкті з викидом (виливом) СДОР, перед передачею тексту звернення подається сигнал «УВАГА ВСІМ!» шляхом увімкнення об'єктових електросирен.

					00.МР.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

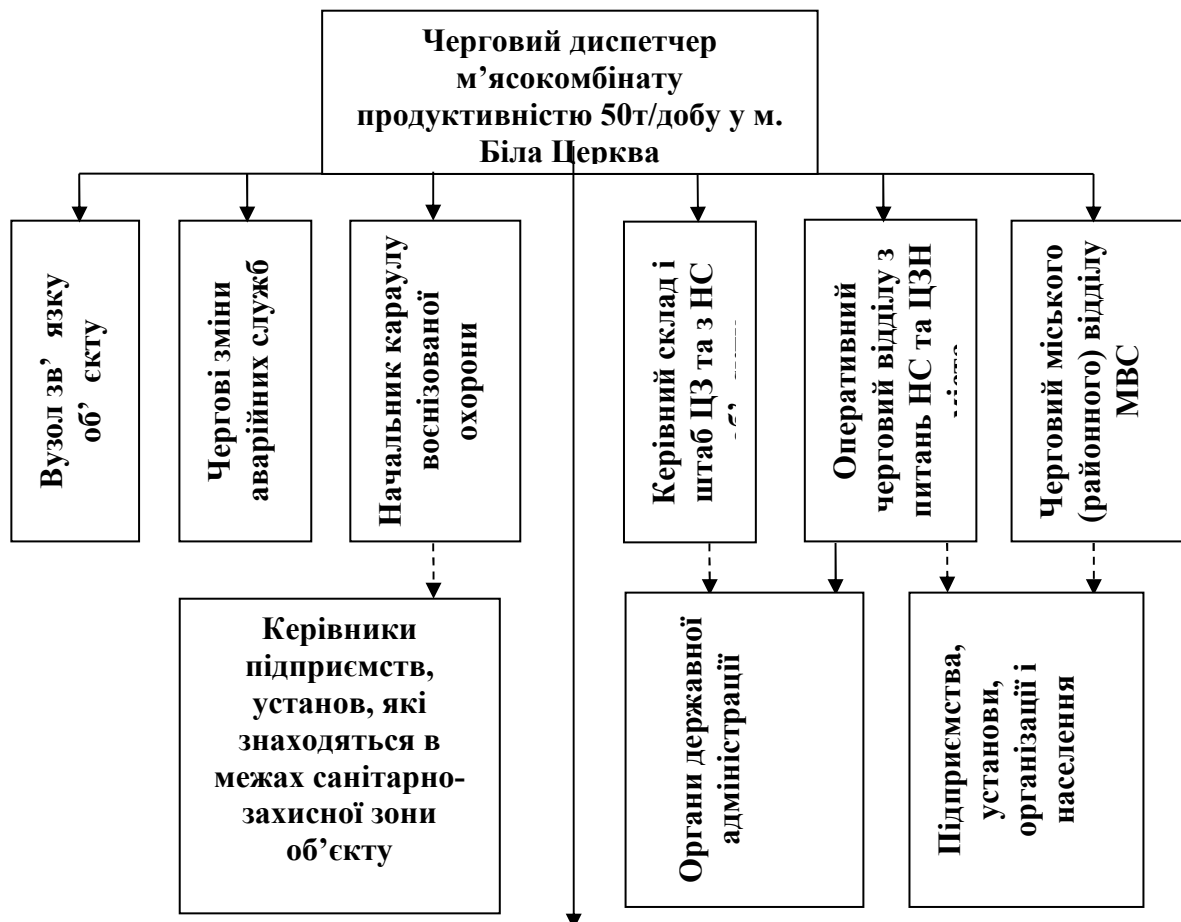
“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Начальник цивільного захисту міста
(району, області)

“___” _____ 20__ р.

СХЕМА

оповіщення персоналу об’єкту, керівників підприємств, установ, організацій і населення,
які попадають в зону хімічного зараження



Персонал об’єкту, цехи, люди, які
знаходяться в межах санітарно-захисної
зони району

Умовні позначення:

- Прямий телефонний зв'язок через АТС
- Радіотрансляційна мережа

Начальник цивільного захисту
м'ясокомбінату продуктивністю 50т/добу
у м. Біла Церква

“УЗГОДЖЕНО”
Начальник відділу з питань НС та ЦНЗ міста
Начальник відділу внутрішніх справ міста

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.MP.000142.001.003.ПЗ

Лист

113

13.3. ОРІЄНТОВНИЙ ЧАС

Відходу зараженого повітря до різних рубежів (об'єктів)
(ступінь вертикальної стійкості повітря-інверсія)

Відстань від джерела зараження, км	Час підходу зараженого повітря при швидкості вітру, м/с			
	1	2	3	4
1	20 хв.	10 хв.	6 хв.	4 хв.
2	40 хв.	20 хв.	13 хв.	10 хв.
3	1 год.	30 хв.	19 хв.	14 хв.
4	1 год. 20 хв.	40 хв.	25 хв.	19 хв.
5	1 год. 40 хв.	50 хв.	31 хв.	24 хв.
6	2 год.	1 год.	38 хв.	29 хв.
7	2 год. 20 хв.	1 год. 10 хв.	44 хв.	33 хв.
8	2 год. 40 хв.	1 год. 20 хв.	50 хв.	38 хв.
9	3 год.	1 год. 30 хв.	56 хв.	43 хв.
10	3 год. 20 хв.	1 год. 40 хв.	1 год. 03 хв.	48 хв.

ДОДАТОК № 3

13.4. ГЛИБИНА ЗОНИ МОЖЛИВОГО ЗАРАЖЕННЯ

на випадок аварії з викидом (випливом) СДОР, км
(ємкості не обваловані, швидкість вітру 1 м/с, інверсія)

Кількість СДОР, тон	Температура повітря, °С	Сильнодіюча отруйна речовина, км
		Аміак
0,5	-20	0,5
	0	0,5
	+20	0,5

					00.МР.000142.001.003.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		114

13.5. ТЕКСТ ЧЕРГОВОГО ДИСПЕТЧЕРА

до персоналу об'єкту та населення при аварії з викидом (виливом) СДОР

УВАГА! УВАГА!

Говорить диспетчер ___ м'ясокомбінату ___.

Панове! На ___ м'ясокомбінату ___ сталася

аварія з викидом (виливом) сильнодіючої речовини - _аміак____ (назва СДОР).

Хмара зараженого повітря поширюється у напрямку _____

(найменування об'єкту, населеного пункту).

До зони хімічного зараження попадають _____ (цехи, об'єкти,

підприємства, установи, організації, житлові райони, вулиці тощо).

Персоналу _____ м'ясокомбінату ___ (найменування об'єкту) терміново одягти засоби індивідуального захисту.

Персоналу і людям _____ (цехів, об'єктів, підприємств та вулиць)

негайно залишити цехи та будівлі і відбути до району _____ (куди).

Якщо Ви не маєте при собі протигазу і не встигли до підходу хмари зараженого повітря покинути цехи, будівлі, Вам потрібно сховатися в них.

Щільно зачиніть вікна, квартирки та двері.

В подальшому дійте відповідно до вказівок адміністрації об'єкту та штабу цивільної оборони (відділу з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення району (міста обласного підпорядкування)).

					00.MP.000142.001.003.ПЗ	Лист
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

